

# 「ドローン」を用いた「インフォテインメント教育」 ～マリリン・モンローから始まる「エンタテインメント」との親和性～

田畑 恒平

マス・コミュニケーション学科非常勤講師  
京都産業大学准教授

植田 康孝

マス・コミュニケーション学科教授  
国際情報通信学（理学）博士

## 要 旨

最近話題となることが増えている「ドローン」は、無人飛行機(UAV = Uninhabited Aerial Vehicle)の呼称である。ドローンは、1950年代に活躍した名女優マリリン・モンローがドローンのプロペラを取り付ける作業をしていた軍工場の広報誌に写真が掲載されたことをきっかけにハリウッドデビューを果たすなど、エンタテインメント分野との親和性が歴史上、非常に高い領域である。われわれ人間が暮らしているのは「3次元」の世界であるが、現実には「高さ」方向の展開にはかなり制約があり、自由度はあまり得られて来なかった。コンサートやライブ会場において、アーティストは宙に浮く訳ではなく、あくまでクレーンやゴンドラが動く範囲内でしか自由に移動することができなかった。そのためエンタテインメント分野の行動様式も「2.5次元」に留まっていたが、小型化され高度なフライトコントローラーを備えたドローンの出現により、本当の意味での「3次元」的な動きが可能になった。日本では、ラグビー五郎丸歩選手が所属する「ヤマハ発動機」が、農薬散布目的で市場をリードしてきたが、2013年に大ヒットしたNHKの朝の連続ドラマ「あまちゃん」のオープニングで、海辺にいる主人公・天野アキ(能年玲奈)を空から追い掛ける映像にドローンが使用されたことで、急に注目されるようになった。また、近年では、グラミー賞を受賞した米国の4人組ロックバンド「OK Go」のミュージックビデオ「OK Go: I Won't Let You Down」や、Perfumeの「NHK紅白歌合戦」におけるライブ演出など、映像効果や舞台演出として用いられるようになり、「3次元」の世界を楽しんでもらえる環境が整備されてきた。3D映画「STAND BY ME ドラエもん」では、スマートフォンで操作することによって上下左右360度で視点を変えられ、実際にタケコプターで空を飛んでいるかのような体験をできるサイト「のび太と空中散歩」がインターネット上に公開された。映画においても、「007 スカイフォール」「トランスフォーマー」「アイアンマン3」などの作品でドローンが撮影に使用されるようになってきている。テーマパークのディズニーランドは、複数のドローンでつり下げられた大きな操り人形を動かす新たなアトラクションの特許を取得済みであり、今後導入することを計画している。

一昔前に枕詞として頻繁に用いられた「放送と通信の融合」は最近では死語になった。スマートフォンの普及により誰もが自ら情報発信できるようになった現在、メディアに拘っているのはメディアの内側に閉じ籠もった人達だけであり、もはや「放送」や「インターネット」といったメディアの区別は意味を持たない時代になっている。しかし、そういう時代であればこそ、メディアに囚われない「差別的コンテンツ」が比較優位性を獲得できる。植田・木内・西条・田畑[2015]は、「エンタテインメント」と「インフォメーション」を融合させた上位レイヤー概念として、「インフォテインメント(Infotainment)」を定義したが、ドローン(無人飛行機)は音楽ライブやテーマパークなどエンタテインメントを「2.5次元」から「3次元」へと拡張してくれる存在であり、「インフォテインメント」を実現する「比較優位ツール」と言える。江戸川大学マス・コミュニケーション学科エンタテインメントコースは、平成27年度において、「ドローン(無人飛行機)」を用いた教育を導入し、新たな時代へのエンタテインメント企画や演出面で教育効果を得たため、本稿に事例紹介する。

**キーワード:** 「2.5次元」から「3次元」へ、FPV(First Person View)、クアドコプター、マルチコプター、DID(Densely Inhabited District)、「ファントム(PHANTOM)」シリーズ、ドローンジャーナリズム、收音システム

## 1. はじめに

「ドローン」は、離れた場所から無線で遠隔操作できる無人航空機の総称で、回転翼などのブンブンという音から雄バチ「drone」になぞらえられる。パイロットを必要としない偵察機や戦闘機としての軍事面での開発と利用が先行したが、素材や部品の小型・軽量・精密化が進んだことにより、現在はホビーやビジネス分野へ活用するなど、裾野が急速に進んでいる。ここ数年でジンバル(回転台)の技術が進歩して、ちょっと傾いても立ち直ってカメラがブレなくなった

り、スマートフォンの普及によりセンサーが安く入手可能になったり、予想を上回るペースで技術革新と普及が進んでいる。用途は、業務用だけでなく個人用にも広がっている。ドローンは、モデルによって性能や価格の違いがあるが、街中の家電量販店で数万円から手軽に購入することができるようになっており、特にカメラやGPS、各種センサー類の高度化がこれら低価格帯ドローンの可能性をハイエンドモデル並みに広げている。テロや犯罪などに悪用されることを防ぐ必要はあるが、地上からドローンを飛ばせる高度250メートルまでの空間は、現時点では鳥と電波しか飛んでいない、「最後のフロンティア」という位置づけにある。

科学技術の粋を集めたドローンが飛び始めるようになると、私たちの生活が劇的に変わり得る「空の産業革命」と呼べるような、目覚ましい発展も期待される。本格的な「ドローン社会」の到来は、未来の巨大産業になりうる潜在力を備えるため、課題を克服する英知と教育が求められている。

## 2. ドローンの歴史

ドローンの歴史は、軍用のターゲットドローン(爆撃練習用の標的機)として始まった。第一次大戦後、戦法が陸軍戦から空軍戦へと移行する中で、軍事訓練において本物のドローンを撃ち落とす訳にはいかないため、無人模型機を用いた。1935年にイギリスで開発された最初のドローンは「DH.82B」であり、「Queen Bee(女王蜂)」と呼ばれた。アメリカでは1940年にターゲットドローン「TDD1, Denny1」が最初であるが、アメリカ海軍の提督であったウィリアム・スタンリーがイギリス海軍の軍事訓練を視察した際に「DH.82B」を飛ばした射撃訓練に刺激を受け、部下に開発を命じたことがきっかけである<sup>1</sup>。イギリスで「Queen Bee(女王蜂)」と呼ばれたことに対抗して、「Drone(雄蜂)」と名付けられた。以降、米軍は標的機や無人航空機を「ドローン」と呼ぶようになった。回転翼などのブンブンという音から「Drone(雄蜂)」になぞらえられた。

アメリカ最初のドローンは、マリリン・モンロー(Marilyn Monroe, 1926年6月1日～1962年8月5日)と関係が深い。マリリン・モンローは第二次世界大戦下の1942年、16歳の時に半年で高校を中退しジム・ドハティと結婚するが、ロッキード航空機製造会社に整備工として勤務していたジムが海軍に徴兵され輸送



【出典】Wikipedia「マリリン・モンロー」項

図1 陸軍の機関誌「ヤンク」に掲載された19歳のマリリン・モンロー

船団に乗り組むことになると、独りになったマリリン・モンローは航空機部品工場レイディオ・プレーン社に就職して、ターゲットドローンのプロペラを取り付ける作業員として働く。第二次世界大戦末期の1945年の19歳の誕生日を迎えて間もないマリリン・モンローは工場で働いていたところを陸軍から取材に派遣された報道部員デビッド・コノバー等兵に見出され、写真を撮られる。この写真が陸軍の機関誌「ヤンク」に掲載されたことがハリウッド女優になるきっかけとなった(図1)。コノバーにネガを見せられた商業写真家のポッター・ヒューズにカバーガールになることをすすめられると、モンローは工場を辞めハリウッドのモデルクラブ「ブルーブックス・モデルズ・エージェンシー」の専属モデルに応募する。マリリン・モンローの初仕事は、ロサンゼルス博覧会場でのイベントコンパニオンであった。

1980年代になると、1986年にイスラエルで偵察機「RQ-2パイオニア」が開発されるようになる。一方、日本では、1987年に「ヤマハR-50」が農薬散布ヘリとして開発された。世界的にはパイロットを必要としない偵察機や戦闘機など軍用として開発や利用が進んだドローンであるが、日本は、軍事目的ではなく民生用としてドローンを活用する最大の国であった。現在でも、約2,700機のドローンが運用されて、水田で殺虫剤や肥料を散布しており、水稲耕作地での農薬散布は全体の36%に達している<sup>2</sup>。

3勝を挙げた2015年ラグビー・ワールドカップでの活躍により一躍「時の人」になった日本代表・五郎丸歩選手が所属する「ヤマハ発動機」が製造する「RMAX」は1997年から市場投入されているが、自律航行が可能となった後継機種「RMAX Type II G」は2003年3月から現在まで2,700機が出荷され、40～50%のシェアを有するなど、産業応用分野では世界トップレベルを誇っている(図2)。ドローンを



【出典】ヤマハ発動機Webページ

図2 ヤマハ発動機 無人ヘリコプター「RMAX Type II G」

使って土壌の水分量や酸性度を測るなど、データを活用しながら農作業の効率化や省力化が実現できる。ヤンマーは、土に含まれる水分や酸性度を離れた場所から測定できるセンサーをドローンに装着、土壌を診断し肥料を選んだり土壌改良に活用したりする。また、ヤンマーはコメ卸最大手の「神明ホールディング」と提携して100ヘクタールを超える広大な農地で活用を行い、収穫したコメは神明ホールディングが買い取るビジネスモデルを採用した。需要の高まりを受けて、今後は海外展開を加速化させる予定である。

このように農業にドローン活用が進展する背景には、高齢化が進み後継者が不足して生産が思うように出来ないということがある。農林水産省の調べでは、国内農家の平均年齢は66.8歳で、65歳以上が6割を超える<sup>3</sup>。多くの農家で高齢化が進むが、作業員を雇用するにしても、人手不足により思うように集められない事状がある。

1990年代にデジタル画像技術が進化すると、偵察機としての無人機(プレデター)が1995年にアメリカ国防高等研究計画局によって開発される。1997年にオーストラリア「エアロゾンテ」が開発されたが、海岸線が長いオーストラリア海域の調査が目的であった。2004年に「RQ-4 グローバル・ホーク」がアメリカで開発されたが、ジェットエンジン搭載で太平洋無着陸飛行が実現する。軍事ドローンは固定翼が主流で民生用への転用は難しかったが、クアドコプターの登場により機能性が格段に向上すると、民生用の製品化が進むようになる。クアドコプターは4つのローター(回転翼)を回転させて飛ぶマルチコプターのことであり、ローターを同時にバランス良く回転させることにより、前後左右360度の他、上昇・下降などの飛行が可能となり高い安定性を確保できるため、操縦が容易である。フランスのIT企業であるパロット(Parrot)社はホビー用として、2010年に「AR Drone」を開発したが、5万円以下のホビー向けは使い勝手が良く、現在でも使われている。低価格で高性能、素人でも飛ばせて新しい遊び方ができる「AR Drone」は衝撃的なモデルであった。その後、安い中国製品が市場投入されるようになり、現在に至っている。DJI社が開発・販売している「ファントム(PHANTOM)」シリーズは、デジタルカメラを装備し、機体が縦横に回転してもカメラを安定させ常に平行を維持するジンバル機能も備えた優れた製品であり、2010年の初代モデル発売以来、3モデルが発売されている。

### 3. ドローンの操縦方法

ドローンに必要となるのが、周囲の状況に合わせて、コンピュータが機体を制御する「自律飛行」技術である。クアドコプターのように複数のローターを持つマルチコプターの場合、搭載したジャイロセンサーで傾きを検出して、4つのプロペラ(ローター、回転翼)の回転数を上手くコントロールしながらバランス良く回転させ飛行させる。複数のプロペラを持つことにより、前後進および左右旋回360度飛行の他、上昇や下降も可能な安定飛行が実現され、事前にプログラムした航路を自動飛行するタイプや、機体に搭載したカメラや目視で位置を確認しながら手動操作するタイプが存在する。

GPSを使った飛行経路の制御も重要となる。人工衛星を通信して現在位置を把握しながら目的地へ正確に飛ぶ。操縦方法は、マニュアル遠隔操作により、GPSとコンパス(方位磁石)による自動ホバリング(空中静止)を用いることにより、オートパイロット(自律飛行)を可能にしている。基本的には、人間が操縦せず、コンピュータが操縦しても構わない。GPSの位置認識技術により、事前に飛ぶべきルートを指定するだけで、自動で飛んで帰ってくる、という運航も可能である。専用アプリがインストールされたスマートフォンをリモコン送信機にドッキングすれば、ラジコンと同じくコントロールで操作することも可能になる。近年のデジタル映像技術の進歩により、機体に搭載した小型デジタルカメラを設置、接続することにより、機体カメラが映し出す映像を見てまるで機体に乗って撮影しているかのように機体が目に届かない所に飛んでいても遠隔操縦することが可能になっている。この技術を「FPV(First Person View)」と呼ぶ。

空中のある1点に制止する「ホバリング」技術を習得するためには、ラジコンヘリの場合、最低でも3か月間を要したが、ドローンはレバーで高さを調節するだけであり、誰でも容易に出来てしまう<sup>4</sup>。

### 4. 「エンタテインメント」分野への利活用

エンタテインメント分野におけるドローンへの関心は非常に高いが、特に注目されるのが映像分野である。映像分野は常に新しい表現方法を求める傾向にあるが、本分野におけるドローンの最大の魅力は、人が普段近付けない場所から自由なアングルで写真が撮れることにある。メディアの世界では、「ドローンジャーナリズム」という用語も生まれている。テレビの映像



だけではなく報道のあり方自体を変える可能性に、期待と不安が寄せられている。一方で、地上での撮影と異なり、ドローンを使つての撮影は長時間出来ないための難しさも併せ持つ。1回で飛べることができる時間は20分に限られる。

2013年に大ヒットしたNHKの朝の連続ドラマ「あまちゃん」のオープニングでは、海辺にいる主人公・天野アキや三陸鉄道の列車を空から追い掛ける映像にドローンが使用されて話題となった(図3)。更に注目されたのが、ドローンが空中から撮影したスポーツ映像である。2014年2月に開催された「ソチ五輪」中継は、ドローンによる映像が放送された最初のオリンピックとなった。幅1.3メートル、重さ4キロ、最高時速70kmの技術仕様を持つドローンが空撮した「スキー競技」と「スノーボード競技」の映像が、会場に設置された大型スクリーンに映し出された。民放でも、2013年のTBSテレビのTHE 世界遺産「空から見る日本(自然遺産と文化遺産)」では、日本各地の世界遺産で新感覚の美しい空撮が放送された。また、2014年に13年ぶりに続編として復活したフジテレビのドラマ「HERO」のオープニングでも使われた。

グラミー賞を受賞した米国の4人組ロックバンド「OK Go」からの依頼により、日本で制作されたミュージックビデオ「OK Go: I Won't Let You Down」は、4ヶ月で1,900万回以上再生される大ヒットになった作品であるが、2,000名のエキストラを使ったドローンからの空撮が非常に印象的であった。ビデオ全編が1カットの映像で構成される。最初はバイクに乗ったアーティストをドローンが正面から撮り、突如、上からの俯瞰的な視点になる。その後は、水平撮影に戻り、最後に、はるか上空から見下す映像で終わる。Perfumeの「NHK紅白歌合戦」におけるライブ演出も注目された。ベンチャー企業である「ライゾマティクス」はウェブデザインの会社として2006年に起業

したが、ドローンの技術を活かしてライブ演出に参入し、2014年大晦日の「第65回紅白歌合戦」では、Perfumeが軽快な音楽に合わせて独特のダンスを始めると、ドローンが空中で自在に踊る「バックダンサー」としての役割を演出した(図4)。

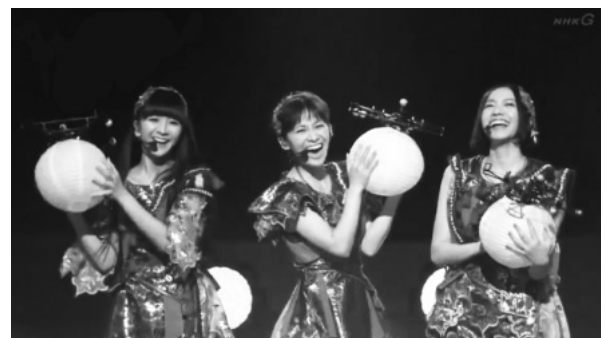
また、2014年夏に劇場公開され大ヒットとなった3D映画「STAND BY ME ドラエもん」では、「ドラエもんと言えば、タケコプター」という連想の下、実際にタケコプターで飛んでみたら、どのような映像になるかを見せたものが、インターネット上で「のび太と空中散歩」という名で公開された。スマートフォンで操作すると上下左右360度で視点を変えられ、アニメの世界でまるで空を飛んでいるかのような体験ができ、2日間の公開で66万人の閲覧を集めた。本作品を撮影するためのドローン飛行回数は28回にも亘るのであった。撮影は梅雨時期に行われたため、ほとんど晴れることがない中での撮影であった。

映画業界では、高性能HDカメラを搭載したドローンが撮影現場で活用されている。映画「007 スカイフォール」の冒頭で主人公ジェームズ・ボンドを演じるダニエル・クレイグがオートバイに乗って不審者を追跡するシーンはドローンで撮影されたものであった。マイケル・ベイ監督「トランスフォーマー」やロバート・ダウニー・ジュニア主演「アイアンマン3」などの作品でも、ドローンが撮影に使用された<sup>5</sup>。2015年公開のホラー映画「アイズ」予告編ではドローンの映像が用いられた。映画「スタートレック イントゥ・ダークネス」では、LEDを付けたドローンを夜空に編隊飛行させて映画のプロモーションにドローンを活用した<sup>6</sup>。テーマパークでは、ウォルト・ディズニーが操り人形を複数のドローンでつって動かすというアイデアで、既に特許を取得済みである。パークの来場者の頭上をディズニーのキャラクターたちが動き回るダイナミックな空中ショーが新アトラクション



【出典】<http://find-travel.jp/article/1362>

図3 「あまちゃん」オープニング  
(岩手県久慈市小袖漁港防波堤灯台)



【出典】<http://perfume0is0the0best.blog.fc2.com/>

図4 第65回紅白歌合戦 Perfume「Cling Cling」

として登場する可能性は高い。ハウステンボスでは、敷地内のレストランから、部屋のバルコニーへルームサービスを配送する計画をしている<sup>7</sup>。

エンタテインメント分野においては、商用だけでなく個人用として、ホビー目的の使い方も広がっている。ドローンを使った自撮り写真を指す「ドローニー」という言葉まで登場した。自撮りするためのセルカ棒の代わりにドローンが飛び立ち、撮影してくれる。ロンドンでは週末に公演や郊外でドローンの遠隔操作スキルを磨く愛好家の姿が見られるようになっている。

他にも、ドローンで空撮した景色をYouTubeに公開するなど、旅行会社などが訪問客誘致に利用されるシーンが徐々に増加している。旅行会社が観光素材を空撮してほしい、ゴルフ場やスキー場がドローンで空撮してほしいとなど要望は多い。企業がパンフレット用に撮影したり、空撮した動画をYouTubeに公開したり、プロモーション用にも広く用いられるようになっている。たとえば、旅行会社のHIS社が撮影したスリランカの「シギリヤロック」<sup>8</sup>、インドの「チャンド・バオリ」などの世界遺産の空撮はHIS公式サイトやYouTubeに公開され、人気を集めている。低価格機でも高性能バッテリーやセンサー類を搭載することが可能となり、テレビゲームと連携したタイプも出現している。

スポーツ中継では、上空からのアングルが普通に盛り込まれるようになる。前述の通り2014年2月のソチ冬季五輪の際には、ドローンが上空から雪上をスキーで滑走する選手を追う臨場感溢れる映像を視聴者に届けるなど、屋外の広範な地域で行われた競技を中心に広く用いられた。スノーボードやスキー・フリースタイルの競技でコースに沿ってドローンが飛行して、今までにない斬新で迫力ある映像が世界中に流れた。2020年の東京五輪では、ボート、ヨット競技などの空撮で用いられ、警備目的にも使われたりすることが計画されている。

2015年9月にイギリスで開催されたラグビー・ワールドカップに出場した日本代表は、チーム練習の際にドローンを活用した。ヘッドコーチのエディ・ジョーンズは、練習時から選手のポジション取りやスペースを発見する能力を鍛えるため、ピッチ全体を俯瞰撮影し、動画を選手たちに見せてスキルアップに活用した<sup>9</sup>。アメリカの名門大学「マサチューセッツ工科大学(MIT)」では、広大なキャンパスは建物が多く道に迷い易いため、空飛ぶ案内ドローン「スカイコール」が考えられた。スマホに専用アプリをインストールし、呼び出しボタンを押すと、GPSの位置情報を基に、「スカイコール」が出迎えに来てくれる。行き先

の教室番号を入力すれば、「スカイコール」が目的地まで先導してくれる。「スカイコール」はソナーセンサー内蔵で障害物を避け、利用者が遅れるとドローンが追いつくのを待ってくれる。現状の技術仕様は時速6km、連続飛行時間15分であるが、飛行距離が伸びれば、観光案内にも活用できる可能性がある。

エンタテインメント以外の分野では、荷物運搬への応用も有望である。配送トラックの排出ガスによる大気汚染や交通渋滞も解消することが期待される。アマゾンが2013年にドローンで30分以内に荷物を宅配する「プライムエア」計画を発表して話題を集めたが、以来、世界各地で「ドローン配送」の実験が始まっている。アマゾンは、企業や住宅が集積する幕張新都心地区でドローンを活用した宅配サービスの実証実験を行っている。計画では、船橋市や市川市など東京湾沿岸部の物流拠点(倉庫)で商品にICタグを付けて、海上(約10km)や花見川上空をドローンで飛行させ、幕張新都心内の集積所まで運び、住宅地区内のマンション各戸への宅配を行う。幕張新都心では、50階建てのマンションが3棟建つ予定である。注文を受けてから10分で商品を届ける予定である。ドローン宅配すると、トラックで輸送している現行のコスト面で1/8、スピード面で1/2～1/4に節減されると試算されている。また楽天も2016年に同様の実証実験を計画しており、両社とも2020年の東京五輪の際に技術力を国際的にアピールする計画である。2015年12月15日、千葉市は地域限定で規制を緩和する「国家戦略地区」に指定され、2020年東京五輪の一部協議の開催地になっているため、先端技術を活用した「未来都市」を世界にアピールしたい考えである。世界から注目が集まるタイミングを活かし、市のブランドイメージ向上を目指す予定である。

ロシアでは、ピザ店が宅配に使用したサービスが計画された。イギリスのドミノピザも「ドミコプター」を開発している。山奥の集落にも最短距離で荷物を届け、離島でも運搬できる用途も期待される。スイスとフランスの郵政事業会社は2015年内の実用化を目指し、ドイツのDHLは北部の離島への医薬品輸送に挑んでいる。アメリカのGoogleは、災害などで孤立した地域にドローンで救援物資などを届ける構想を持つ。小売り大手のウォルマートはドローン配送の実験でDJI社製を用いる予定である一方、ドイツ物流大手のDHL社は自主開発したドローンの物流利用を計画している。ウーバーテクノロジーは、シンガポールの一部地域において、ドローンでアイスクリームを配送している。日本でも香川県高松市で港から瀬戸内海の離島に向けて、医薬品を運ぶ試みが始まっている。

2015年1月、高松から離島へ医薬品を運搬する実証実験が行われた。従来のフェリーの半分の時間で済み、コストも抑えられる<sup>10</sup>。表1は、ドローンが利活用できる用途を示したものである。兵庫県養父市では、三井物産が医療機関の少ない山間地域に住む高齢者に医薬品を宅配するサービスを検討している。ヘリコプターが発着できずに孤立した地域にライフボードを輸送することも計画される。

航空・防衛産業の調査会社「テイルグループ」によれば、2014年の「ドローン」の世界市場は64億ドルであった。世界のドローン市場は、今後10年間で約2倍の115億ドルに拡大すると予想されている<sup>11</sup>。現在は、需要の89%が軍事目的で民間利用は11%に留まるが、今後は民間での活用が広がり、10年後には14%まで割合が膨らむ見通しである<sup>12</sup>。日本や中国、ネパールなど世界中で大災害が発生した現場では、捜索救助など革新的な使い方をされた。箱根山が火山噴火した際には、神奈川県が大涌谷周辺にドローンを飛ばして、現状調査を続けている。茨城県は産業廃棄物の不法投棄の監視に用いている。国交省は秋田県仙北市で国有林の上空でドローンを飛行させ、農林業への活用を図っている。日本では、シード・プランニングによれば、市場規模が2015年に16億円、2020年に10倍強の186億円、2022年に約400億円に成長するとの試算がある<sup>13</sup>。表2は期待される市場予測である。

たとえば、道路、橋、トンネルにひび割れがないかを叩いて点検するドローンが開発されている。橋脚や橋の裏側を金属棒で叩き、音や振動の違いでひび割れの有無を調べる。現在は、人がハンマーで叩いた音からひび割れを判定することが一般的であり、足場や高所作業車が必要で、時間や費用を要していた。人がハンマーで叩いて確認する現在の手法に比べ、作業効率が大幅に向上すると見込まれる。また、非GPS環境下でも飛行できる「SLAM」技術を開発して、トンネ

表1 ドローンの利用モード

空撮	・報道、番組、宣伝 ・測量(3Dモデル作成、点検) ・警備、捜索
輸送	・物流 ・緊急輸送(医療機器) ・ケーブル敷設
投下	・農薬散布、播種(種まき) ・消火
中継	・通信の中継 ・遠隔操作の中継
サンプリング	・放射線計測 ・空中計測

【出典】鈴木[2015]

ルや放射線測定など、電波が途絶する空間にも安定して飛行できるようにドローンを改良することを計画している。2012年12月に山梨県の中央自動車道笹子トンネルで天井版が崩落し9人が死亡した事故を受け、トンネルの老朽化対策が求められている。あるいはドローンを使って災害時の通信手段確保の可能性も探っている。大規模な災害では電源の確保が問題になる。水害では水没した携帯電話などのネットワークが十分に機能しない可能性があり、ドローンが対策として期待される。

建設機械大手のコマツは、ICTを駆使して工事施工を効率化するサービスを展開しており、2015年から現場の測量にドローンを活用し始めた。「スマートコンストラクション」と呼ばれるサービスでは、ドローンを飛ばして工事現場を正確に測量、完成イメージと照らし合わせ、施工範囲や土量を割り出す。3次元化した図面データをシャベルに送れば、自動制御が可能になる。建機はカメラを備え、人がシャベルで掘った分などを含め刻々と変わる現場の様子を把握する。クラウドコンピューティングで情報を一元管理し、作業に無駄がないか常に目を光らせる。「スマートコンストラクション」導入の結果、人手よりも大幅に時間を短縮できる効果を得ている。また、総合警備保障は自治体の火山対策をドローンで支援する事業を開始した。セコムは防犯での活用を検討中である。閉店後のショッピングセンターに不審車が近寄ったらドローンが飛び立ち、映像を撮って通報する。ソニーグループ

表2 ドローン市場予測

農薬散布	稲作、畜産、果樹園、林野
インフラ点検	国交省、自治体 ・橋梁 700,000基 ・トンネル 10,000本 ※笹子トンネル事故以来、注目
工場現物点検	高所点検作業(鉄鋼、関連プラント) ・100カ所製鉄所 配管、煙突点検 ・石油化学プラント(全国9カ所) ・15コンビナート、タンク等点検
高速道路点検	全国高速道路 90,000km(全国) NEXCO東日本、中日本、西日本、本州四国
法面、斜面点検	330,000カ所
電力点検	全国550発電所 ・ダム 3,000基 ・火力発電 約150カ所 ・水力発電 400カ所
河川・ダム	・1級河川 109カ所 ・2級河川 7,084カ所
携帯電話	・基地局 580,000カ所

【出典】野波[2015]



は2016年からマンション建設の不正をチェックするサービスを開始する。

図5は産業用ドローンの市場規模予測である。

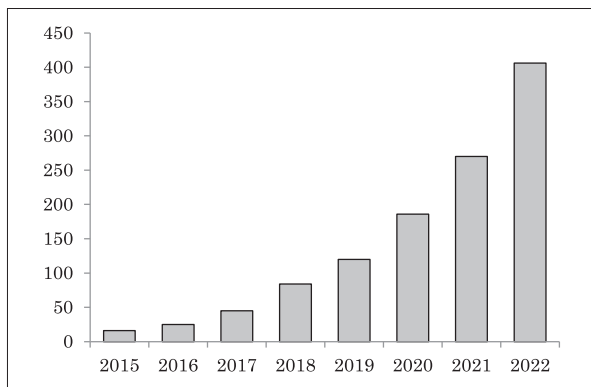
表3は2020年におけるドローンの用途である。合計186億円で試算されている。

新ビジネスに積極的なアメリカでは、航空宇宙局やアマゾン、Google、Facebookなど、官民共同でドローンの民間分野での商業利用を推進しており、2020年には現在の航空機並みの運航ルールや管制システムを整備する予定である。アマゾンは、2015年3月に米連邦航空局(FAA)からテスト飛行の許可を取得、空飛ぶ宅配の実現に向け大きく動き出している。2015年11月には、PSを搭載したドローンを飛ばして、30分以内に注文者の自宅まで商品を届けるサービス「Amazon Prime Air(アマゾン プライム エア)」(図6)を発表した。新サービスは、人がドローンを遠隔操作するのではなく、ドローンが全自動で飛行や配達をするものである。Googleは、2015年4月、ドローン開発のベンチャー「Titan Aerospace」を買収して、過疎地域でのネット接続環境の提供やリアルタイムでの地図情報の提供を計画している。Facebookは、2015年7月30日、ボーイング737並みの翼を持ち、太陽光発

電で駆動する「Aquila(アキラ)」を公開した(図7)。Aquilaは、最大3ヵ月間、上空にいながらにして、直径約80kmの範囲にインターネット接続を提供する「空飛ぶネット接続基地」である。Facebookは、Aquilaによって世界にいる40億人以上の「ネット非接続人口」に対して、インターネット接続を提供することを計画している。日本が消極的な姿勢のままでは、ICT分野と同様にアメリカに遅れを取りかねない。

### 5. ドローンが抱える課題

ドローンは、首相官邸や善光寺に落下して<sup>14</sup>、最近俄かに話題になることが多くなった。落下事故以降、法律整備が議論され、警備強化が行われた。スポーツやコンサートなどの各種イベントで「ドローンお断り」の文字を見るのは珍しくない。私たち専門分野の研究者にとっては既に学会やシンポジウム、展示会など学術研究の分野で既に数年前から散々議論されてきた既出のテーマではあるが、一般人にとっては、墜落事故などの報道を通じてむしろネガティブなイメージをもって、最近急に関心が寄せられるようになった印



【出典】 シード・プランニング

図5 産業用ドローン市場規模予測 (億円)



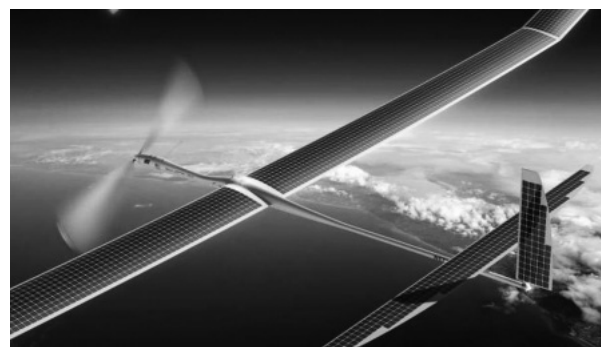
【出典】 アマゾン Web ページ

図6 Amazon Prime Air (アマゾン プライム エア)

表3 2020年ドローン用途予測

整備・点検	42.2%
測量	22.6%
倉庫	9.5%
農薬散布	8.3%
災害調査・支援	7.6%
警備	7.3%
その他	2.5%

【出典】 シード・プランニング



【出典】 Facebook Web ページ

図7 Facebook「Aquila(アキラ)」

象が強い。表4のように、最近では、地方自治体が自らの管理する公園等において飛行禁止にする事例が増えている。イベント主催者が来場者にドローンを飛ばさないように要望する例も増えてきた。

現状では、表5のように技術的課題も多数残っており、機体トラブルや操縦ミスで墜落するリスクは少なくない。たとえば、姫路城のドローン落下事件は、制御用信号の干渉など周波数問題に拠るものであった。姫路市の公衆Wi-Fi(公衆無線)は2.4GHZ帯を使用しており非常に強力であったため、ドローンを制御するGPS信号が不可になった。海外でも2015年12月22日にイタリアのマドンナディカンピリオで行われたアルペンスキーのW杯男子回転第2戦で、滑走中だった個人総合4連覇中のマルセル・ヒルシャー(オーストリア)選手の背後にテレビ中継用ドローンが墜落する事故があったが、事故原因は電波干渉であった。官邸ド

ローン落下事件は、機体ペイロード(過重)が360kgであったのに対して、実際には色々なモノを載せたため合計800kgとなって、ペイロードオーバーになったことが挙げられる。また、事故当日は向かい風が吹いて、強い上昇気流があり、モーター出力が不足したため、上昇気流に耐えられずドローンは横転墜落した。この機体の「運送能力」の問題は、アマゾンが計画する一般家庭への宅配サービスでも課題になっている。アマゾンが開発中のドローンは、現段階で航続距離が最長24キロメートルであり、積載する荷物が重くなれば、距離は更に短くなる。

現在の事故原因の大部分は、プロペラを動かすモーターの故障であり、消耗品のため、飛行を繰り返すうちに突然、機能不全に陥りやすい。一番故障リスクがあるのは、モーター(ESC)である。モーター(ESC)の寿命は100～200時間で設定されるが、風の強い日や

表4 ドローンに対するエンタテインメント施設の反応

ディズニーランド	入口の手荷物検査などで対応。 園内への持ち込み、使用はできない。
USJ	園内への持ち込み自体は可能。 使用については、基本的に自粛を要請する。
隅田川花火大会	飛ばしている人は確認。 東京都と協議の上、2015年から原則飛行禁止を決定
東京マラソン	別の大会で2014年に起きた墜落を受け、企画していた空撮を中止。
「青森ねぶた祭」 「秋田竿燈まつり」	2015年8月の祭りでは、使用を禁止。 祭りのチラシに禁止の文言を掲載するなど周知を徹底する。
姫路城(兵庫)	2013年7月に墜落事故があり。月1度飛ばす人も存在。 発見したら、自粛要請。
竹田城(兵庫)	既に飛ばしている人がいる。今のところ金氏はしていないが、検討中。
日光東照宮(栃木)	境内に機材を入れての撮影には許可が必要。
善光寺(長野)	2015年5月9日の墜落事故を受け、2015年5月19日から禁止した。「寺は祈りの場」と自粛要請の告知の看板を2か所に設置、ホームページにも文書を掲載した。

【出典】各種情報を基にして筆者が作成

表5 ドローンの技術的課題

項目	課題	対応
航法	・GPSの精度向上 ・GPS信号が捕獲できない状態での位置推定	・GBAS、SBAS(Ground and Satellite Based Augmentation System) ・画像処理技術
制御	・自律化 ・遠隔操作の確実性	・衝突防止 ・マンマシンインターフェース
機体	・長時間飛行 ・部品の信頼性	・バッテリー軽量化、燃料電池 ・認証技術
飛行環境	・風、雨への耐性	
通信	・画像伝送 ・リアルタイム、対遮蔽性 ・視程外飛行	・デジタル伝送規格 ・新規格 ・自動飛行、衛星通信、携帯回線
安全対策	・GPSロス時の対応 ・故障時の対応	・緊急自動着陸 ・耐故障飛行制御

【出典】鈴木[2015]



海近くで飛行させると、モーターが飛行しようとして回転するため、寿命はどんどん短くなる。モーター(ESC)が寿命になりやすいため、1年に1回くらいメーカーのチェックを受けることが推奨される。バックアップ用モーターを事前に装着することにより墜落リスクを回避しようとする機体もあるが、モーターとプロペラが4つあるクアドコプターの場合、モーターが1回停止しただけでバランスが崩れ墜落する。3次元空間の一点に停止する(ホバリング)するためには、4つのプロペラが必要となる。冗長性を高めるために、5個以上のプロペラを付ける機種も出ている。また、自律飛行時にはGPSを利用するが、屋内やビルの壁際、高層ビルの密集地帯では、通信衛星からの信号を上手く受け取れず、墜落する可能性がある。更に飛行中のドローンに乗っ取るウィルスプログラムの開発例もあり、サイバー攻撃対策も重要となる。

次次の「姿勢推定アルゴリズム」を用いて、ドローンがどこを飛んで切るか、地上に対してどれくらい傾いているか、を判定する。

(1) 状態方程式

$$x_{t+1} = f_t(x_t) + G_t$$

$$f_t(x_t) = x_t + f(x_t)\Delta t$$

$$G_t = G\Delta t$$

(2) 観測方程式

$$y_t = h_t(x_t) + V_t$$

ドローンは自律飛行するため、10回に1回はGPS

信号を受けるが、残り9回は上式の「姿勢推定アルゴリズム」から推定された位置を基にして飛んでいる。GPS信号を捕獲できなくなりアルゴリズムが推定できなくなった場合、ドローンの墜落リスクが高まる。磁場が異なる場所を飛ばす場合、たとえば、全国に58,000か所ある携帯電話の基地局や鉄橋の近くなどを飛行させる場合には、ドローンの自律飛行は不安定となるが、通り過ぎると、何もなかったかのように正常飛行に戻る。飛行時間に影響するバッテリーの容量も課題であるが、燃料電池を用いることにより、2時間くらいの飛行が可能になる。

「落ちないドローンはない」と言うのが業界の常識であるが、いかに落下時の危険性を少なくするかが課題であり、衝撃を最小限に抑える重さ数キログラムの機体開発やパラシュート搭載などが検討されているが、抜本的な解決策はまだない。

表6は、ドローンが抱える非技術的課題をまとめたものである。稚拙な規制の導入で、可能性に満ちた発展途上の技術の芽を摘んでしまう恐れも出て来ている。社会に役立つ形での発展を促すために、どこまでのリスクを許容し、何を禁止するのかというルール作りが急務となっている。過度な規制は産業としての発展を妨げかねない。革新的なテクノロジーは新たなリスクと表裏一体である。自動車も携帯電話もインターネットも黎明期には負の側面が声高に叫ばれた。ドローンについても、安全面やプライバシー問題からテロのリスク、軍事利用の是非まで課題が噴出している。ドローンによる「盗撮」というプライバシー侵害の問題も危惧されている。有名人や皇族などセレブのプライバシーを盗撮する「ドローンパパラッチ」とい

表6 ドローンの非技術的課題

項目	課題	対応
操縦者	・技能の保証	・操縦ライセンス(技能、知識)
機体	・安全性、信頼性確保	・認証、検査制度
業務管理	・飛行の把握 ・業務管理	・飛行計画提出 ・Safety Management System
事故データ収集	・事故の把握 ・安全性向上	・事故の届け出制度 ・事故データの分析と公開
運航基準	・飛行高度 ・飛行エリア	・上空権、航空との干渉 ・飛行禁止区域の設定 ・道路交通法
賠償責任	・法体系 ・保険制度	
プライバシー	・プライバシー保護 ・迷惑防止法	・データ管理方法、プライバシーポリシーの公開
武器拡散禁止	・輸出規制	・ワッセーナ・アレンジメント ・登録制度

【出典】鈴木[2015]

う用語も既に生まれている。カナダでは、高層ビルでの窓からの覗き見が報告されている。ドローンに限らず、ICT分野の急激な進化により便利なモノは今後も出現するが、便利なモノをどうやって便利に使いこなすか、教育機関である大学の「知」が問われる。たとえば、プライバシーや肖像権が侵害される事態を防ぐため、住居内や洗濯物が映り込まないよう住宅地にカメラを向けないなどの配慮に関する教育が求められる。ドローンは高所から撮影できるため、「のぞき」と勘違いされる恐れがある。国際的に比較した場合、日本はドローン開発や技術において世界トップクラスである一方、ビジネスや法整備で後れを取っている。海外では、アメリカが目視に限り飛行を認める厳しい規制を検討する一方、カナダやヨーロッパでは責任を明確にするため、購入時の氏名登録制度を導入している。

今回の航空法改正は首相官邸落下事件を受けて大慌てで作ったため、車のような運転免許(操縦者の技量把握や免許制度)、車検(機体の登録制度)、事業法(タクシーやバス)、事故が起きた場合に被害者への賠償を補う保険加入を促す仕組みのようなルールは未整備であり、今後制度化が考えられている。自動化の進む航空機の事故の主な原因がヒューマンエラーであるのと同時に、ドローンも操縦ミスによるトラブルが懸念される。住宅地を飛行するなら尚更で、ドローンの数量に応じた操縦者の育成も欠かせない。

また、2016年夏、総務省は「電波法」の省令を改正する。ドローン操作には、現在Wi-Fiも使用できる2.4GHzを使っているが、Wi-Fi帯とは異なる5.7GHzなど現在未使用の帯域をドローン専用に割り当てる計画である。現在は出力10ミリWまでとしており300mほどしか伝送できないが、1Wまで出力できるようにして、5kmほど離れた場所にも伝送できるようにする計画である。無線インターネット利用の増加で混雑が激しい無線周波数環境下で、4Kのような高精細映像を素早く伝送できるようになり、橋や道路の細かいひび割れなども発見し易くなる。新たな帯域を利用してドローンを飛ばす企業に対しては電波法上の免許を取得することを求める「免許制」となる見込みである。5kmという長距離伝送の場合、改正航空法が規定する「目視」を超えるため、遠くに飛ばすことができる企業を絞り込み、安全性を確保する予定である。

## 6. ドローンの現行モデル

スマートフォンの普及により、スマホ用のCPUを転用でき、加速度センサーなどパーツの費用が下落し

たことに伴い、ドローンの低価格化が進み、家電量販店にもドローン専用の売り場ができ、1万円から20万円までを中心に様々な製品が並ぶようになって来た。市販ドローンは安い機種で1万円、高機能型で約20万円の価格帯となっている。マルチコプターと呼ばれる4枚以上のプロペラ(回転翼)を備えるタイプは、家電量販店などでも売られているホビー用途のモデルであれば、空撮対応の製品でも1万円以下で手に入れることができる。10万円以上する上級モデルはGPSによって設定ルートの通りに自動で飛ばせる他、アクションカメラを装着して空撮すれば、高画質ムービーで空からの景色を楽しむことができる。

本項では、ドローンの現在人気である代表モデルを紹介するが、本学の演習実習に導入したモデルは、紹介したモデルの中から、安全面、性能面、価格面、習得の難易度などを詳細に比較検討した上で選定を行った。

表7は、家電量販店で容易に手に入るホビー用ドローンを示す。たとえば、パロット(Parrot)社が販売する「ミニドローン」シリーズは、価格も操作も手軽で人気商品となっている。表7に示した「ローリングスパイダー」以外にも人気機種が販売されている。「Jumping Night」(25,800円)は、車載カメラとスマホが連動した、新感覚の操作を体験できる機種である。操縦者の音声を車体から出力したり、動画撮影したりすることが可能になっている。「Airborne Cargo」(13,800円)は、本体にブロックやフィギアを搭載するなどのカスタマイズが可能である。本体下にカメラがあり、パーティ風景を空撮するなど、盛り上げグッズとしても活用できる。「Hydrofoil」(21,800円)は、水面走行可能なボートタイプであると共に、上部のプロペラ部分が分離可能であり、そのまま飛行することが可能である。

京商(神奈川県厚木市)のシリーズでは、表7の「クアトロックスQuattroX」の他、「クアトロックス・ウルトラ」は許可不要の軽微な機体であり価格が1万円前後と廉価であるため、入門機に適した機種である。初心者には、まず、本機種でドローンの操作に慣れて習熟することを勧める声が多い。

中国のベンチャー企業「DJI」の「PHANTOM」シリーズは、日本国内で毎月1,000～1,500台が売れている人気機種である。中国DJI社は、2006年に創設者のフランク・ワンが3人の友人と設立したか会社であるが、現在は従業員4,000人を抱える企業に成長した。平均年齢は27歳で、中国企業で最も革新的だと評価され、ドローン業界のアップルと呼ばれる。DJI社と似たような技術を開発しようとする企業は多い

表7 ホビー用ドローン代表機種

機種	メーカー	価格	特徴
クアトロックス QuattroX	京商	5,980円	世界最小レベルの手乗り超小型マルチコプター。 本体は500円サイズ。傾き自動調整を持つため、初心者でもアクロバティックな飛行が可能である。
クアトロックス ウルトラ	京商	18,144円	重さ120グラム、飛行時間8分。 人口集中地区でも許可が要らない軽さ(120グラム)。 200万画素のカメラを搭載。
ミニドローン ローリングスパイダー	Parrot	17,000円	両手に載るほど小さいが、本体下部にカメラを搭載し空撮が可能。スマートフォンで操作することが可能であり、ガード用のタイヤを装着すれば、壊れる懸念もない。
Galaxy Visitor8	ハイテックマルチ プレックスジャパン	13,000円	卓越した飛行技術で人気が高い機種である。高性能でありながら1万円台で購入可能であり、飛行時間も10分と長い。屋内外で遊ぶことができるのが魅力である。カメラは見搭載である。
水陸空RC	タカラトミー	9,000円	ラジコンカーのように地上を走ったり、ドローンとして空を飛んだり、水上に浮かんだりする。1万円を下回る価格は防止仕様としては最安値である。

【出典】小林[2015]を植田が修正

が、高機能で操作し易く価格が安いという点で、競争優位性を誇る。起業当初は日本企業キーエンス製「ジャイロソーサー」を使っていたが、ホビー用マルチコントローラーを自主開発したことにより商品の普及が進み、単にカメラをドローンに装着するだけでは空撮映像が揺れてしまうため、手持ち型の3軸ジンバル装置も開発した。現在はホビー分野で市場シェア7割を握っており、首相官邸に落下した機種もDJI製「PHANTOM2」である<sup>15</sup>。「PHANTOM」は4枚のプロペラが付いたヘリコプター仕様で、手動で操作した場合、操縦者から数百メートルの距離まで飛行でき、空中にとどまることも可能である。秒速15メートルで約25分連続飛行できるタイプもあるほか、GPS機能を使い、事前設定したコースを自動で飛ばすこともできる。2012年の初号機発売以来、世界で100万台以上が売れている。最新機種の「PHANTOM3」では、連続20分以上の飛行や搭載カメラでのリアルタイム動画配信、タブレット端末による操作なども可能であるが、このタイプが14万円で手に入る。カメラ付きでない簡易モデルであれば、数万円のタイプもあ

る。インターネットで購入可能であり、操縦免許を必要としない。更に、今後、パソコンやスマートフォンと同様、ハードウェア、ソフトウェア技術の進歩と共に価格が低下して、性能が上昇することが期待されている。

表8は、表7に比して、高性能・高価格帯のドローンを示す。現在、無人自動空撮システムで有名な中国「DJI」社、ブームの火付け役で「AR Drone」を開発しスマホやタブレットで操縦することを一般化したフランス「Parrot」社、「WIRED」誌の元編集長が創業し、ドローン技術のオープン化に注力しているアメリカ「3Dロボティクス」社が、世界の3大メーカーとなっている。

表9は、プロフェッショナルが商用に用いるドローンであり高価格帯であるため、実習には適さない。日本勢では、千葉大学発のドローンベンチャー「自律制御システム研究所」がインフラ監視などに使う産業用に特化した製品を出している。同社の「ミニサーバイヤー」は、東京電力福島第1原子力発電所事故の放射線計測の実績を持つなど高い信頼性が特徴である。

表8 高性能ドローン代表機種

機種	メーカー	価格	特徴
Phantom3 professional	DJI	22万円前後	安定機構を備えた4Kカメラを搭載、最大飛行時間約22分の空撮用ドローン。最大2km先から操縦可能で、画像はタブレット等で確認可能。自動飛行モードを備える。
Phantom3 Advanced	DJI	14万円前後	Phantom3 professionalの4Kカメラを1,080pHD動画撮影可能なビデオカメラに交換。空撮の概念を覆す。w
Bebop Drone	Parrot	7万円前後	スマホやタブレットで操作、ネットへのライブ配信もできる一般向け空撮ドローン。超軽量400グラムの最新型。1,400万画素の魚眼レンズ付きカメラを搭載。

【出典】小林[2015]を植田が修正



表9 商用ドローン代表機種

機 種	特 徴
Inspire1(DJI)	4K ビデオ/1200万画素対応の静止画を撮影可能なカメラを搭載。空撮用として卓越した安定性を有し、高度1,500mからの空撮も可能である。
S1000(DJI)	プロ用ドローンは搭載するカメラやセンサー類を替えることにより、目的に合わせカスタマイズされる。
ミニサーベイヤー (自律制御システム研究所)	福島県南相馬市で製造が始まった国内初の量産ドローン。カスタマイズで非GPS環境下でも自律飛行可能。福島原発建屋内の調査に使われている。

【出典】小林[2015]

2015年に500台、2017年に2,000台の販売を目指している<sup>16</sup>。

表10は、軍用ドローンであり、当然ではあるが、本学の演習実習に用いることはできない。ドローンの実用化は主に軍用として進められてきた。対テロ戦争に乗り出したアメリカのブッシュ政権は無人機をアフガニスタンに送り込んで戦闘に使用した。オバマ政権になると、米軍の無人機への依存度は飛躍的に高まり、現在のアメリカ空軍の機体の3割がドローンである<sup>17</sup>。イラク戦争からドローンを本格投入しているアメリカは、イスラム国への爆撃にもドローンを使っている。今後、アメリカで新規で開発される戦闘機はドローンになるとの予想もある。日本の防衛省は2015年11月20日、米国国防総省からドローン「グローバル・ホーク<sup>18</sup>」3機と関連設備を12億ドル(1,480億円)<sup>19</sup>で購入すると発表した。「グローバル・ホーク」は、攻撃能力を持たない、偵察に特化したドローンである。民間機の約2倍、18,000メートルの高高度を30時間以上連続飛行できるため攻撃を受けにくく、上空から地上の30cmの物体すら識別できる。3機により日本全土の警戒監視だけではなく、中国、ロシア、北朝鮮の動向監視を行う予定である<sup>20</sup>。

表11は、秋葉原の家電量販店や専門店で購入可能なドローンであり、演習実習に導入する機種として可

能性を有している。

機器選定に際し、2015年11月18日(水)～20日(金)の3日間、幕張メッセで開催された第51回国際放送機器展「Inter BEE 2015」に出展されたDJIブースを見学した。本展示会にはインターネットの進化と共に広がるIPとの連携を含めて新しい展示分野があったが、その一つがドローンの飛行実演が行われていたパビリオンである。DJIは、世界でも7割のシェアを誇る中国のドローンメーカーであり、同展示会では大きなコマ数で初出展となった(2014年は販売代理店が出展)。筆者(植田)が訪れた展示会初日(11月18日)にもブースには多くの見学者がいて、注目の高さを感じさせた。ブースではハイエンド「Inspire」シリーズと「PHANTOM」が実演されていたが、機器の信頼性を確認して、実習に用いる機種として「ファントム(PHANTOM)」シリーズを選定することとした。DJI社以外にも数社が空撮用ドローンを実機展示しており、どのブースも多くの見学者を集め注目の高さが窺えたが、そのような撮影環境に対応した「收音システム」はまだまだ発展途上であると感じた。

なお、2016年3月24～26日、幕張メッセにおいて、日本で初めてのドローン展示会「Japan Drone 2016」が開催される(別途報告予定)。

表10 軍用ドローン代表機種

機 種	特 徴
プレデター (米軍)	米軍の無人偵察機。アフガニスタン戦争で活躍、無人航空機時代の先駆けとなる。攻撃能力も高めた「リーパー(MQ-9)」もある。
マイクロドローン (米軍)	DARPA(米国防高等研究計画局)が開発中の15cm以下の超小型ドローン。偵察だけでなく、標的に近付き、自爆攻撃も行う。
AI搭載ドローン (米軍)	人工知能(AI)を搭載した無人機を爆撃機やイーゼス機から射出。複数の機体が鳥の群れのように連携し、広域爆撃を行う。

【出典】小林[2015]



【出典】Wikipedia「グローバル・ホーク」項

図8 ノースロップ・グラマン社「RQ-4 グローバル・ホーク」

表11 秋葉原で購入可能なドローン代表機種

機種	特徴
Hubsan X4 HD	HD画質で録画できる200万画素カメラとマイクロSDカードスロットを搭載した全長84mmの超小型機
RC EYE One Xtreme	全長225mmの小型機で、GoProなどのカメラを装着できる。安定性の高いモーターを採用し、店頭価格は19,800円である。
Phantom3	1,240万画素カメラを搭載した対角590mmの中型機で、ドローン人気の牽引的なシリーズ最新作となる。店頭価格は18万円である。
Bebop Drone	1,400万画素カメラを内蔵し、スマホやタブレットで操作できる全長32mmの超小型機。店頭価格はコントロール付きで15万円である。
GALAXY VISITOR 6	空撮映像をスマホでリアルタイム鑑賞できるFPV(First Person View)対応モデル。全長199mmで、動画の解像度は1,280X720ドットである。店頭価格は26,400円。
QuattroX EYE	200万画素カメラとマイクロSDカードスロットを搭載する全長315mmのモデルで、店頭価格は11,945円。
Rexi	全長143mmの超小型モデルで、カメラは非搭載となる。店頭価格は4,752円と安価である。
Reversi	180度裏返ったままで飛行できるモデルで、全長は143mm。カメラも非搭載。店頭価格は6,480円。
NINJA 400MR	ラジコンヘリパーツの有名メーカー「JP PROPRO」から登場した、全長486mmのカメラ非搭載モデル。簡易セット(コンボ)の店頭価格は42,000円。
Speder II	全長133mmの小型モデルで、カメラは非搭載。LEDライトを内蔵しており、夜間飛行も可能である。店頭価格は5,141円である。

【出典】小林[2015]



図9 「Inter BEE 2015」のDJIブース



図10 出展された「PHANTOM」シリーズ

### 7. 「ドローン」を用いた「実習」

ドローンは、「2.5次元」の世界を「3次元」へと拡張させてくれるツールである。今後、映画や音楽PV、テレビ番組などの空撮に使うことが多く、エンタテインメント分野において新たな表現手法として期待されるが、2014年11月のマラソン大会で関係者の女性が負傷、2015年4月22日に東京メトロポリタンテレビジョン社員が誤って近くの英国大使館に落下させるなど事故も多い。技術面(表5に示す)でも非技術面(表6に示す)でも、まだまだ課題が多いドローンについて、安全教育に加えて、現状の可能性や課題をきちんと把握することを目的として演習実習に導入することとした。

2015年7月14日の航空法改正で、簡単に飛ばすことができなくなるなど、法整備も進んでいる。ドローンを人混みの中で飛ばそうとした少年や、首相官邸の屋上に着陸させた男性が逮捕された事件を受け、住宅密集地や空港周辺、首相官邸や国会、皇居、原子力発電所などの上空は飛行禁止、飛行は日の出から日没までに限定して夜間飛行を禁じる法案が閣議決定し、国会で成立した。もともとの航空法で対象となっていた「航空機」は人が乗ることが前提となっており、「無人航空機」として定義された。また、本改正においては、おもちゃのような「最軽量」のタイプは除外された。ドローンを飛行するためには下記項目を考慮することが必要となる。

- (1) 日中飛行(夜間飛行は禁止)
- (2) 目視の範囲(常時ドローンを監視すること)

- (3) 人やモノとの距離を保つこと(30mが保つべき距離)
- (4) 祭りなど催しもの上空飛行は避ける
- (5) 爆発物や危険物をドローンに搭載しない
- (6) モノをドローンから落下させない

地震や人命救助など緊急時の場合は除外されるが、違反者には1年以下の懲役か50万円以下の罰金が科されるようになる。具体的には、航空機の飛行ルート内なら高度150メートル以上に加えて、人または家屋が密集している地域<定義として人口密集度(DID = Densely Inhabited District)が市区町村の区域内で人口密度が4,000人/km<sup>2</sup>以上の基本単位>では、東京都内であれば多摩地区の一部以外ではほとんど飛ばすことができなくなった<sup>21</sup>。この4,000人/km<sup>2</sup>以上の「人口密集地」は、全国で3.4%、東京都内では約50%が該当する。

しかし、安全性を確保し国交省の許可を得た場合はその限りではない、という裁量の「余地」が残された。その場合には、以下の項目を記載した申請書を郵送かインターネットで申請することになる。

- (1) 氏名および住所
- (2) 無人航空機の特徴(製造者、種類等)
- (3) 飛行の目的、日時、経路および高度
- (4) 飛行理由
- (5) 無人航空機の機能および性能に関する事項
- (6) 操縦者の飛行経験、技能等に関する事項
- (7) 安全確保のための対策に関する事項

事故や災害時の公共機関による捜索・救助目的も規制の対象外とする。

これを受けて、ドローンやラジコン機等の無人航空機の飛行ルールが新たに導入されることとなった12月10日の法律施行を前に、文部科学省より全国大学宛に「敷地内での飛行に際しても国土交通省大臣の許可が必要な場合があるとの記載や飛行時には、建物や人から30m離れるなどの記載に注意が必要である」という旨のドローンに対する飛行ルールについて通達があった。改正航空法において導入される無人航空機の飛行ルールは、「無人航空機の飛行の許可が必要となる空域」「無人航空機の飛行の方法」の2つに大別され、教育・研究機関の敷地内で無人航空機を飛行させる場合であっても、国土交通大臣の許可等が必要となる。駒木キャンパスは許可が必要な江戸川大学が立地する千葉県流山市は、DID(Densely Inhabited District)が4,861.30人/km<sup>2</sup>(全国74位)であり、市全体では飛行が不可能な地域であり、飛行基準の評価対象となる駒木地区のDIDを国土交通省のWebページにて確認したところ、江戸川大学のキャンパスは図11の通り、人口密集地に指定されていることが確認された。流山おおたかの森駅前ロータリー(学バス乗降地)が指定区域外で、大学キャンパスが指定区域内に入るなど不合理な面も見られるが、結果、2015年12月10日以降は、キャンパス内であっても国土交通省大臣の許可がないと飛行ができなくなったため、実習における飛行に際しては、申請を必要としない屋内を選び、体育館を実習場所に定めた。

実習に用いる機種として、民間ドローンとして最も用いられ、2015年5月13日から日本で発売された中国DJI社「ファントム(PHANTOM)」シリーズ



※斜線枠内が人口密集度DID = Densely Inhabited District)が4,000人/km<sup>2</sup>以上の「人口密集指定地域」  
【出典】国土交通省 Web ページ

図11 江戸川大学周辺のDID(人口密集度)





図12 DJI「Phantom (ファントム) 3」

「Phantom3」を選定した。「Phantom3」にはDJI社が出荷時に機器すべてに保険を付保しており、機器に付与されている書類を記入して保険会社(三井住友海上火災)に郵送すれば良かった。1年間無償で、保険内容は「対人賠償1億円、対物賠償5,000万円。事故発生時の自己負担5万円」となっていた。DJI社以外の機種では、日本ラジコン電波安全協会の「ラジコン操縦士登録」で加入できる「ラジコン保険」がある。

実習に際しては、制御用信号の干渉など周波数問題を考慮した。姫路城の落下事件を踏まえて、Wi-Fi(2.4GHZ)の干渉によりGPS信号を受け自律飛行できなくなるリスクについて検討した。実際には、2.4GHZ以外の周波数、1.2GHZ(申請必要)、920MHZ(申請不要)などが候補となるが、実習はWi-Fi(2.4GHZ)の干渉を受けない体育館で行うこととした。また、首相官

邸の落下事件の原因となった上昇気流や携帯基地局近くでコンパスの状況が変わる高圧の影響を受けるリスクについては、飛行場所が屋内であるため、回避された。

屋外の空撮チームには、(1)周りの人間(観光客)に近寄らないように注意する案内係、(2)ドローン操縦者、(3)カメラのコントロール操縦者の3人を必要とするが、屋内の実習では(1)と(3)の役割を担う者を必要としないため、(2)の技能実習に集中した。都内の大学では法律的に不可能なドローン飛行の実習は、郊外に位置する本学の利点を活かした教育でもある。実習に際しては、図13の通り、別地(田畑の本務校である京都産業大学)で事前に屋外飛行も実施して、十分な機種チェックと飛行確認を行った。

実習を通して、学生が、ドローンの課題ばかりに目が行きがちなマスコミ報道を鵜呑みにすることなく新たな表現技法としての可能性を体感してくれたものと捉えている。ドローンは、芸能事務所や音楽関係を目指す学生が多い「エンタテインメント」コースにおいては、新たな映像表現や舞台演出装置として習得することが求められる重要な技法となっている。加えて、ドローンの映像を活用した取り組みの一環として、ヘッドマウントディスプレイ(別稿にて詳説)と組み合わせた実習も行った。撮影された映像を加工編集し360度型パノラマ映像素材を製作して、ヘッドマウントディスプレイで閲覧するなど、本学「エンタテインメントコース」が有するインフラをフルに活用した。

大きな産業革新のきっかけとなるイノベーション<sup>22</sup>を「Disruptive(破壊的)」と形容することがあるが、情報技術や人工知能の発達により、ドローンとヘッドマウントディスプレイなどDisruptiveな新テーマが登



【出典】<https://goo.gl/HEfRV3>

図13 ドローン撮影映像 テストフライト時

場している。実習の結果、受講学生はDisruptiveなテクノロジーが相互に関係し合っていること、これらテクノロジーはアイデア次第で、「エンタテインメント」として無限の拡がりを持つ大きな潜在性を有していることを体感する好機となった。

クラウドとビッグデータ、人工知能などの情報通信技術(ICT)の発達などにより、マスメディアの求心性は解体し、その啓蒙機能は著しく減衰したが、完全に消滅した訳ではない。マスメディアでレガシー化したものは全てが減じた訳ではなく、一部は今も存続している。しかし、マスメディアの役割は、もはや「大衆」という意味の「マス」に向けたモノではなく、新たなテクノロジーを積極的に活用しながらターゲットとする視聴者にかつてない表現を見せる「新しい形」で再定義される過渡的な段階にある。問題であるのは、その動きがかなり急速なことである。必要とされる能力が急ピッチに変化するならば、その変化に応じた能力開発も急ピッチで行っていく必要がある。もちろん大学教育の内容も大きく変革していかなければならない。急速な時代変化に追い付かず新テーマへの取り組みに消極的な大学が多い中、本学「エンタテインメント」コースは、失敗や批判を恐れずに逸早くDisruptiveな新テーマに取り組んだ。「ドローンって何?」「ドローンって何が面白いの?」「ドローンって危ないらしいね」とかいまだに言っているオールドメディア過ぎる人は、大人にも学生にも少なからず存在するが、「ドローン実習」を技法とアイデアの融合を実践的に学ぶことが出来るカリキュラムと捉え、限られた授業時間内で有効活用を目指す予定である。

## 8. まとめ

現在あるインターネットサービスの大半は始まった当初は違法であった。「Google」を初めとする検索エンジンや「YouTube」などの動画配信は著作権を侵害、中国のネット通販サービス「アリババ」は金融法を侵害していた。急成長を遂げているUber、Airbnbなどの「シェアリング・エコノミー」においても、現行法の一部に照らせば違法となる。しかし、サービスがもたらす新たな「社会的便益」が規制によって守られる「社会的便益」をはるかに上回るようになると、サービスは社会で認められ、もはや「当たり前」「合理的」になる。技術の進歩による利便性の追求という「人類の本質」を押し留めることは容易ではない。人間がイノベーションを発明して新たなビジネスを模索すると、社会の一部では必ず規制しようとする動きが出て来る。現行のルールで新たな技術を縛ることは社

会イノベーションの進展の妨げになる。常にルールは変化を後追いついてできていくものであるため、「ルール」がイノベーションによる「変化」を後追いする流れは過去においても頻繁に起きたが、リスクを過剰見積もりして規制を強める日本では、過去、ICTサービスにおいて先駆者になりそびれ、アメリカ企業に大きく後れを取った。

先進的なビジネスは、ほとんどアメリカで突然始まり、日本は、アメリカの動向を見極めながら、法律面などを事前調整してから追従することが多い。アメリカは、科学技術の先行を許し、社会的な影響や法律問題が生じた時点で事後調整をする。日本は、科学技術の暴走を恐れるあまり、「前例はありますか?法律は整備されていますか?欧米での実績はどうなっていますか?」という事前調整にこだわる。たとえサービスが魅力的で面白いものであったとしても、需要が明確に見えなければ冒険せず、生んだ技術や商品をこつこつ育てようとしてこなかった。もちろん「既得権益」を守ろうとするあまり、新たな「動き」や「可能性」を妨害したり否定したりする企業や人たちの存在も見逃すことはできない。

大きな産業革新のきっかけとなるイノベーションを「Disruptive(破壊的)」と形容することがあるが、現在、イノベーションにより新ビジネスが期待される「自動運転」「ドローン」「ビッグデータ」「IoT」の分野の他、自家用車の相乗りサービスを手掛ける「Uber(ウーバー)」、自宅の時間貸ししサービスを担う「Airbnb(エアビーアンドビー)」などの「シェアリング・エコノミー」においても、米国ではどうやってビジネスに活用するかを考えるのに対して、わが国ではどうやって規制しようか考える動きが強い<sup>23</sup>。タイミング悪く首相官邸で墜落した事故を機に「ドローン」に対しても規制色が強まり、2015年12月10日に「航空法改正」が施行された。これにより、日本における「ドローン活用」はほとんど封じ込められたことになる。「子供たちが、今日はいい天気だからドローンを飛ばそう」といったことができなくなった。未来のイノベーションを起こすのは、物心ついた頃からそれに親しんできた世代。長い目で見るとドローン産業を飛躍させる芽を摘んでしまった懸念がある<sup>24</sup>との指摘もある。

本来新たな時代への可能性やロールモデルを社会に示す役割を果たすべき大学においても、問題を過剰見積もりして新たな動きに反対する向きは根強い。個人情報保護や著作権などを楯にイノベーションに消極的であった苦い過去も持つ。イノベーションとは既存のものに囚われずに新しいものを創り出すモノであり、既存の概念を壊したり既得権益を侵害したりするた

め、抵抗は大きい。エンタテインメントコースは、このような日本固有の「規制する動き」に十分失望しつつも、たとえ規制内の不自由な教育の「枠」に閉じ込められたとしても、新ビジネスの可能性があるドローンから学ぶべき教訓は多いと捉えた。新しい時代に生きる若者はデジタル技術を活用してイノベートする創造性を養っておくことが重要である。「知識」は大事であるが、有益なモノや人材、独創は「知識」から生まれず、あくまでも「イノベーション」「革新」「自由」「自立的な精神」の中から生まれて来る。「最近の若者は失敗するとすぐ凹むから、成功体験を積ませて自信を持たせよう」といった考えもあるが、経験の豊富さとは失敗の数で測るべきであり、想定内のことを繰り返した経験なんて、いざという時、何の役にも立たない。失敗したことのない人に、重要な仕事は任せられない。文部科学省が国立大学に人文社会科学系の学部・大学院の統廃合や社会的要請の高い分野への転換を迫るなど昨今批判が根強い文科系の大学教育が、賞味期限の切れた「知識」を「学問」と称し、分かり切った近視眼的な「確立された分野」ばかりになってしまったら、「知の最先端」から完全に脱落して学生の教養レベルはガタガタになってしまう。「問い」や「疑い」、自分で試行錯誤して自分で考えることを見失った「大学教育」ほど、悲しいものはない。社会が豊かに健全な方向性に向かうためには、「創造性」を發揮して解決していくことが重要である。大学には将来の変化にいかに対応していくかが求められている。

## 9. 参考文献

- [1] 植田康孝・木内英太・西条昇・田畑恒平[2015]「インフォメーション(情報)とエンタテインメント(娯楽)の融合,インフォテインメント(Infotainment)とは」、『江戸川大学紀要』No.25、pp.171-184
- [2] 河鐘啓[2015]「ドローンの衝撃」,扶桑社,pp.15-16
- [3] 小林啓倫[2015]「ドローンビジネスの衝撃」,朝日新聞出版
- [4] 鈴木真二[2015]「無人航空機の将来展望」,公開シンポジウム「ドローンとデジタルコンテンツの未来像」(2015.7.22)配布資料
- [5] 田畑恒平・植田康孝[2015]「インフォテインメント教育の実践事例1(プロジェクション・マッピング)」,『Infomatio』Vol.12、pp.3-11
- [6] 田畑恒平・植田康孝[2015]「インフォテインメント教育の実践事例2(3Dプリンタ)」,『Infomatio』Vol.12、pp.13-21
- [7] 田村千穂[2015]「マリリン・モンローと原節子」,筑摩書房
- [8] 野波健蔵[2015]「ドローンの応用と可能性について」,2015年11月4日映文連技術セミナー「ドローン最新の動向」
- [9] 「Newsweek」2015年6月16日号
- [10] 「月刊フルデジタル・イノベーション」vol.196、17p.
- [11] 「週刊ダイヤモンド」2015年2月14日,2015/12/26、2016/1/02新年合併号
- [12] 「週刊東洋経済」2015年2月14日,22p.
- [13] 「日経エンタテインメント」2015年8月号
- [14] 「日本経済新聞」2015年7月31日,7月25日,7月10日,7月6日,5月21日,5月4日,2015年11月11日,2015年11月30日,2016年1月20日
- [15] 「日経ビジネス2015年8月31日号」51p.
- [16] 国交省ホームページ
- [17] ヤマハ発動機ホームページ  
<http://www.yamaha-motor.co.jp/sky/history/rmax-t2g/>
- [18] アマゾンホームページ  
<http://www.amazon.com/b?node=8037720011>
- [19] Facebookホームページ
- [20] <https://goo.gl/HEfRV3>

## [注]

- 1 河[2015]pp.15-16
- 2 小林[2015]31p.
- 3 2016年1月20日付日本経済新聞
- 4 「日経エンタテインメント」2015年8月号,82p.
- 5 河[2015]35p.
- 6 河[2015]44p.
- 7 「日経ビジネス2015年8月31日号」51p.
- 8 2015年4月の動画再生回数ランキングで1位となった。河「2015」41p.
- 9 河[2015]pp.38-39
- 10 Newsweek(2015年6月16日号)
- 11 2015年7月25日付日本経済新聞
- 12 2015年5月4日付日本経済新聞
- 13 2015年7月6日付日本経済新聞
- 14 2015年4月、40歳の男が首相官邸に放射性物質入りの砂を搭載したドローンを落下、2015年5月には15歳の少年が官邸や神社の上空に無許可のドローンを飛ばす事件が相次いだのをきっかけに、自民党、公明党、維新の会、次世代の4党が合同でドローン飛行規制法案を提出する事態に発展した。



- 上空飛行を禁止する国の重要施設に原子力発電所を加える民主党修正案を受けて、国会で成立した。
- 15 2015年7月10日付日本経済新聞
- 16 2015年5月21日付日本経済新聞
- 17 Newsweek(2015年6月16日号)
- 18 グローバル・ホークは、全長13.5m、全幅35.5m、重量6,710kgのドローン。日本では、福島第一原発の事故の際、被害状況の把握のため、施設上空を飛行した実績を持つ。現在、青森・三沢基地に米軍所有の期待が配備されている。
- 19 1,480億円には、機体の本体価格(1機25億円)の他、センサーや慣性航法装置、情報通信ソフト、数百億円かかる地上施設、パイロットの技能訓練などが含まれる。
- 20 防衛省は「運用開始予定は平成31年(2019年)度。わが国の領海・領空から離れた地域の情報収集や、事態が緊迫した時に空中で常時継続的な警戒監視を行うことが可能になる」と期待する。
- 21 隣接する柏市はDIDが3,557.59(全国101位)であり市全体では飛行可能地域となるが、柏駅前などの市街地は当然飛行不可であり、地区単位の綿密なDID把握が必要である。
- 22 「イノベーション」について、オーストリア出身の経済学者、ジョセフ・シュンペータは、経済成長の重要な要素と指摘し、既存の均衡を創造的に破壊して新しい均衡を作る「新結合」を「イノベーション」と捉えた。既存システムを変革し、新しい生産性のフロンティアに移るような急進的(ラジカル)なものである。イノベーション理論は、クレイトン・クリストン「イノベーションのジレンマ」を経て、近年では、異質な知と異質な知との組み合わせから生まれる、という知見が一般化している。
- 23 政府でも、経済産業省が推進する立場を取るのに対して、国土交通省や厚生労働省は既得権益を守る立場から規制しようとすることが多い。
- 24 「週刊ダイヤモンド」2015/12/26、2016/1/02新年合併号,77p.