

# グローバル公共財としての法規制と技術開発 ～ドローンによる産業革命：課題と展望～

平成 29 年 3 月 3 日受付

岩 本 誠 吾 \*1  
吉 田 和 男 \*2  
八 槇 博 史 \*3  
坂 口 博 紀 \*4  
山 本 和 也 \*5  
藤 本 茂 \*6  
岑 智 偉 \*2

## 要 旨

本稿は、平成 28 年 7 月 2 日（土）京都産業大学むすびわざ館 2 階ホールで開催された京都産業大学グローバル公共財研究センター設立記念シンポジウムの講演録である。本シンポジウムでは、ドローンに焦点を絞り、今後の社会構造の変化について各論者の専門的見地に基づく報告と議論を実施した。

キーワード：グローバル公共財，ドローン，産業革命，法規制，セキュリティ

## 司会（山本）

本日は、大変暑い中、京都産業大学グローバル公共財研究センター設立記念シンポジウムにお越しいただき、どうもありがとうございます。

本日、司会を務めさせていただきます山本と申します。よろしく願いいたします。（拍手）

## 開会の挨拶

司会 最初に、グローバル公共財研究センター及び本学の研究機構の紹介を兼ねまして、開会の挨拶をさせていただきますと思います。

\*1 京都産業大学法学部，グローバル公共財研究センター

\*2 京都産業大学経済学部，グローバル公共財研究センター

\*3 東京電機大学情報環境学部，グローバル公共財研究センター

\*4 一般社団法人ドローン撮影クリエイターズ協会

\*5 一般財団法人平和・安全保障研究所，グローバル公共財研究センター

\*6 金沢大学国際基幹教育院，グローバル公共財研究センター

まず研究機構でございますが、研究機構長の大西本学副学長から挨拶をすべきところでございますが、本日は別の校務のため、どうしてもこちらまでまいることができず、大変恐縮でございますが、かわりに機構の林事務部長に代読していただくことになっております。

それでは、林事務部長、よろしく願いいたします。

**林事務部長** ただいま紹介のありました研究機構事務部長の林と申します。本来ならば、ご案内してありますとおり副学長の大西のほうから皆様方にご挨拶を申し上げるべきところでございますが、本日、急遽所用により欠席をさせていただいております。

大西のほうからは挨拶文を預かっておりますので、私のほうから代読をさせていただきます。

本日は、本学グローバル公共財研究センターの設立シンポジウム「グローバル公共財としての法規制と技術開発」を開催いたしましたところ、多くの皆様方にご出席を賜り、まことにありがとうございます。また、シンポジウムにご登壇いただきます東京電機大学環境情報学部教授の八槇先生、一般社団法人ドローン撮影クリエイターズ協会代表理事の坂口様、総合司会をご担当いただく一般財団法人平和・安全保障研究所の客員研究員の山本先生には、お忙しい中、計画段階からご参加をいただき、心からお礼を申し上げます。

本日お集まりの関係の皆様におかれましても、平素から本学の教育・研究につきましてご指導、ご高配を賜り、いずれも高いところからではございますが、厚くお礼申し上げます。

本学は、北区上賀茂の地に、文系・理系の8学部9研究科が1キャンパスに集まり、学部ごとの専門教育はもとより、文理融合のカリキュラムの提供やキャリア教育などにも力を入れる教育を特徴としてきているところでございます。また研究部門にも力を注いでおり、学祖荒木俊馬は宇宙物理学者であったことから、神山天文台、益川塾を初め6つの研究所、鳥インフルエンザ研究センターなどの5つの研究センターを有しております。昨年は、学術雑誌ネイチャーの論文掲載ランキングで私学でナンバー1になるなど、評価をいただいているところではございます。

本日のシンポジウムのテーマは、ドローンを取り上げております。ビッグデータや人工知能、IoTなど、技術開発の進展が地球規模の産業革命を起こしつつある中、革新的技術の急速な普及は、これまで私たちが会おうことのなかった新たな危機を生み出す土壌となっております。

本学といたしましては、これらの課題に対してグローバル公共財という新たな概念を提示し、未知の課題に対する指針を示し、社会的要請に応じていくためにこの研究センターを設立いたしました。センター長、法学部教授の岩本誠吾先生、経済学部の吉田和男先生、お二人はこの分野の第一人者であり、加えて、本学の英知を結集して成果を出せるよう、大学としても積極的に支援をしていく決意でございます。

本日の設立シンポジウムは、当研究センターの活動の幕開けでございます。これを契機に研究活動を本格化し、大きな成果へとつなげることに期待を寄せております。これら活動を通じて、

本学の建学の精神にうたう全人類の幸福と平和のために、そこに貢献していくことを願っております。

平成 28 年 7 月 2 日

京都産業大学副学長・研究機構長 大西辰彦

どうもありがとうございました。

どうか皆様方、お時間の許す限り、最後まで本日のシンポジウムのご参加のほどよろしく願いいたします。ありがとうございました。(拍手)

司会 ありがとうございました。

続きまして、岩本誠吾グローバル公共財研究センターセンター長から挨拶をお願いいたします。

岩本センター長 ただいまご紹介いただきましたグローバル公共財研究センター長の岩本でございます。

本日は、34度という非常に暑い中、このように多数ご参集いただきまして、誠にありがとうございます。

このセンターを設立する経緯でございますが、2015年度、文部科学省の科学研究費「基盤研究(B)」(3年間)をいただきまして、その補助金をもとにして同年10月1日に、本学の総合学術研究所の1つの部門としてセンターを立ち上げた次第でございます。この「グローバル公共財」という用語は、一般の方にはなかなかご理解が難しいかと思えます。これについては、日本のこの分野における権威の吉田和男先生に基調報告をお願いしております、ご理解を深めていただければと思います。簡単に申し上げますと、国内問題、国際問題でさまざまな紛争やリスクがございます。このような多くの紛争やリスクの中で、いかにしてより良い生活を送っていくか、そのための解決策を考えるということでございます。

「グローバル公共財学」では主として世界的な問題を取り扱うわけですが、本日は、そのごく一部のドローンという技術革新の問題と私たちの生活をどのように調和させていくのか。これからの未来社会において私たちはどのような心構えを持って生活すべきなのか。ということを少しこの機会に考えていただければということで、本日のテーマの下でセンターの設立記念シンポジウムを開かせていただく次第になりました。

この問題提起を皆様とともに考えて、また私たちの提言について皆様から批判していただければと思います。最後までよろしくお付き合いのほどお願いします。

どうもありがとうございます。(拍手)

司会 ありがとうございました。

それでは、基調講演に移りたいと思います。「グローバル公共財学の役割と展望」というテーマで、本学の吉田教授にお願いしたいと思います。

吉田教授は、1980年代から国際公共財、現在のグローバル公共財という概念を提唱されてきた世界的な権威で、その視点から本日の基調講演をお願いしております。

それでは、吉田先生、お願いいたします。

## 基調講演

「グローバル公共財学の役割と展望」

本学経済学部客員教授 吉田和男

ありがとうございます。京都産業大学客員教授の吉田でございます。ドローンによる新しい産業革命が起こるんじゃないかと言われています。今日は、お時間頂きまして、グローバル公共財を軸として、このドローンによる産業革命の課題と展望について、シンポジウムをさせていただきます。

グローバル公共財ですが、これは1999年に国連開発計画（United Nations Development Program）が *Global Public Goods* という論文集を出しまして、既にその名前は世界中に知れ渡るところになっております。私どもも20年前以上前、私がまだ京都大学におりましたとき、大学院生を中心にグローバル公共財というものを考えていこうということで、研究会、勉強会を始めました。その後、文部科学省からの補助金である科研費をいただいて、研究を拡大し、当時大学院生であった者も今は大教授になっておりますが、全国からいろんな専門を持った方に集まってきていただいて、この新しい分野であるグローバル公共財を研究していきたいということでやってまいりました。全国で40名ぐらい参加していただいている研究団体なのですが、そこで今まで積み上げてまいりました研究成果の集中と活動の拠点としての研究センターを、京都産業大学につくっていただきました。大変ありがたいことで、京都産業大学の皆さんに感謝いたすところでございます。

グローバル公共財、皆さん余り耳なれない言葉だと思いますが、私どもが研究会を始めた動機が、東西冷戦の終結でこれからどんな社会になるだろう、そこで何がキーになっていくのだろうか、ということ考えたとき、このグローバル公共財を考えていこうということになったわけです。

グローバル公共財にある公共財というのは、経済学のキーワードの一つでありまして、ちょっと小難しく定義しますと、排除不可能性と非競合性をともに持つ財を公共財と呼んでいるわけです。公共財の例としてよく挙げられますのが、灯台です。海難事故が起こらないように灯台があるわけですが、灯台の光を見たからといって、料金を取るわけにはいかんです。あなたには見せてあげるけど、こっちの人には見せてあげないというふうな差別することもできない。この性質が、排除不可能性です。灯台を利用することから排除するということが原理的に不可能、それを排除不可能性と呼んでいます。もう一つは、非競合性ですが、これは、誰かが利用したらほかの人が利用できないというものではない、という性質です。一般の財、例えばリンゴですと、誰かがリンゴを食べればほかの人は食べられ

ないわけですね。しかし、灯台の光を見たからといって、ほかの船の人が灯台の光を見られないということはありません。だから、先の排除不可能性と消費が競合しないという非競合性をともに持つ事が公共財の定義でありまして、公共経済学と言われる分野の一番の基礎ワードになっているわけです。

この公共財を供給するにはどうしたらいいか。料金を取れませんから、民間で灯台を経営するわけにはいかんわけですね。ですから、政府が供給します。そして、灯台を利用する人に便益を与えていこうというわけです。現実には政府が行っているいろんな仕事の代表的なものが、この公共財の供給ということになるわけです。

私どもは、今言った、排除不可能性と非競合性という2つの性質を持つ財である公共財の考え方を、世界のあり方に適用していこうと考えました。グローバルに便益が及んで、人々が利用するさいに排除不可能で競合しない、そういった性質を持つものが、現実には供給されているわけですね。例えば、世界経済が安定するためにも、このグローバルな公共財という仕組みで運用していくべきで、何とか供給されてきたのです。

しかし、世界政府というのはありませんから、このグローバルな公共財を誰が供給するか、これは大問題なんですね。そのグローバル公共財を供給してきたのが、国際協調という国家間の協力によつてです。グローバル公共財を供給していくには、この国際協調の枠組みが必要になるわけです。

グローバル公共財の中でも私たちが着目してきたのは、公共財の役割を果たす秩序です。世界の平和とか、あるいは通貨の安定とか、自由貿易が成立するとか、そういった秩序のことです。これをグローバル公共財と呼んで、これをどうやって国際的な協調の中で供給していくか、秩序は誰がつくるか、それをまたどう運用するかということに関心を持ってまいりました。

第二次世界大戦が終了してから、世界の秩序、これをリードしたのは言うまでもなくアメリカであるわけです。国際平和は国連という組織ができて、その中で東西冷戦というのがありましたが、自由主義圏の国々はアメリカの防衛力、軍事力に大きく依存して、パックスアメリカーナと呼ばれるアメリカによる平和を、戦後の長い期間に渡って享受できたわけです。今後起こらないという保証はありませんが、まだ第三次世界大戦は起こっていませんので、パックスアメリカーナのもとで、世界戦争が回避されてきたわけです。

通貨の安定については、IMFという組織がつくられて、ドルを中心に世界経済を形成していこうという流れでした。ドルをみんなが自由に使う、ドルと一定の率で国内通貨と交換ができる。ドルを持てば世界経済に自由に活動ができる。各国がそれによって大きな便益を得るという通貨秩序をIMF、実質的にはアメリカになるんですが、それがつくった。

貿易の自由化については、GATTです。できるだけ関税を引き下げて、自由な貿易をしていこうというスタンスです。GATTが、こうした貿易秩序をつくって、世界貿易が発展して、世界の国々は貿易の利益、貿易によって成長するという便益を得たわけです。

東西対立というのはもちろんありましたけれども、自由主義圏においては、こうした秩序を自由に享受することができました。この自由に享受というのが、先に申し上げました排除不可能、非競合と

いう性質です。従って、世界戦争の回避、通貨の安定、貿易の自由化は、公共財の性質を持ち、それらは、世界の秩序の重要な柱になったわけです。

ところが、1970年ぐらいになってから、アメリカも絶対的な存在ではなくなってきました。そのため、世界秩序をどう形成していくか難しくなってきたり、G7など、いろいろな国際的な協調関係をつくる仕組みができてきました。通貨は今、変動制ですから、イギリスがEUを離脱すると言って99円まで値上がりして、その後、103円ぐらいで落ち着いているところですね。この通貨も、G7で財務大臣・中央銀行総裁会議、これで世界的な金融の秩序を維持しながら、どうやってその通貨を安定させていくか、これを協調でやっという仕組みになっています。そうして出来てきた秩序が、グローバル公共財として機能しているのです。これがずっと続く保証はもちろんありませんが、各国間の努力で協調してグローバル公共財を供給していこうというのがこれからの姿です。

我々の研究は、どうやったら協調ができるかを考えるものです。研究の中で、協調をつくっていくには国家間の関係性、これが重要だという認識に至りました。しかし、これは今非常に複雑です。米ソ対立が終わってから困ったことは、グローバル化がものすごい勢いで進んだことです。その結果、あらゆる面で国と国の関係が複雑に入り組むという状況になったわけですが、これをどうやって制御して、国際協調でそれを秩序として維持していくかが、なかなか難しい。私どもの研究では、例えばコンピュータシミュレーション分析、各国がいろんな関係を持って、その関係性の中でどういう秩序が形成されるかということを考えて、それを研究の柱にしてきたわけであります。

これからますますグローバル化が進み、また複雑化する世界での、新しいタイプのグローバル公共財とは何でしょうか。まずは、インターネットに代表されるサイバー空間です。現在、インターネットに接続さえすれば世界中と通信ができます。世界を一つにして通信ができるのです。先ほど申しました排除不可能、どこかで接続すれば、世界中とつながる。そして誰かが使ったからといって、自分は使えないということはないわけですので、グローバル公共財の典型例だと思います。

それから地球環境問題、これも世界の人々が共通してその環境の恩恵を受けたいし、受けることが出来ます。そして、これが変動することで、だれもが等しく被害を受けることになるわけです。

安全保障問題では、今も世界は大混乱、いわゆるISが出てきて、毎日のように世界でテロが起こっている。このテロを防止する。まだ完成はしていませんけれども、何らかの国際協調でテロを防止することができれば、世界の人々の安寧と平和が確保されるわけです。

こういったことをグローバル公共財として研究していこうということで、センターをつくっていただきましたので、みんなで頑張って研究しております。その成果は、いろんな分野で応用可能なものですから、今後ますます多くの異なった専門の先生も含めて、研究をやっていきいたいというふうに考えております。

本日は、ドローンがテーマにさせていただきましたが、次の産業革命の一つであると言われてます。ドローンは単に飛んでいるだけでは意味がないわけですね。ドローンによっていろんな恩恵が受けられるために重要なのは、どういう秩序で発展して行くのかなのです。今日のテーマにありますよ



うに、法秩序、技術、ドローン自身の標準化、そして現実にそれを利用していくルール、こういうものが国際的に確立すれば、多くの人に恩恵を与えるグローバル公共財として機能します。そういうところをどうやったら目指せるかが、シンポジウムのテーマでございます。

ドローン革命はまだ始まったばかりですので、これからの研究が重要であります。現在、トップランナーであります3人の先生にシンポジウムで議論していただいて、新しい産業革命、産業のあり方、あるいは産業だけじゃなくて社会のあり方も変えていくかもしれない。そういうことを考えながら議論していただきたいと思います。

センターをつくっていただきましたので、先ほど申しました我々の研究グループでぜひ頑張ってやっていきたいと思っておりますので、ご支援のほどよろしく願いいたします。

それでは、シンポジウムに先立ってご挨拶させていただきました。どうもご清聴ありがとうございました。(拍手)

司会 ありがとうございます。

## シンポジウム

「ドローンによる産業革命：課題と展望」

司会 それでは、シンポジウムに移らせていただきます。

最初は、「ドローンの法規制：現状と今後の動向」ということで、本学の岩本誠吾法学部教授兼グローバル公共財研究センター長をお願いします。

岩本教授は、特に国際法の専門で、特にこの先端のドローンでありますとか、ロボット兵器といったものに対する研究で世界的な権威でございます。本日はいらっしゃる方々のなかにも、ひょっとしたらごらんになった方もあると思うんですけども、テレビや新聞等で、多数論評されております。

では、岩本先生、お願いいたします。

## 講演 1

「ドローンの法規制：現状と今後の動向」

本学法学部教授・グローバル公共財研究センター長 岩本 誠 吾

岩本と申します。本日の私のテーマは、「ドローンの法規制：現状と今後の動向」です。永守重信日本電産会長が、将来一人一人が通勤に使うマイドローン時代が来るといふに言われました。こんなの「ほら吹き」だと世間では言われていましたが、2016年1月6日に、米国ラスベガスの家電見本市で、人員輸送型ドローンが初めて出展されました。それは何を意味するかといいますと、ドラえもののタケコプターのようなドローン、人員輸送のドローンが将来出てくる可能性があるというこ

とです。例えば、1970年の大阪万博のときに物珍しい携帯電話が展示されていました。万博会場には「動く歩道」もありました。私たちは、大阪万博のときに携帯電話を初めて見ました。それが今では、携帯電話は、当たり前ものとなっております。ということは、マイドローン時代が「ほら吹き」ではなくて、近い将来あり得ることではないかということです。

はじめに、イギリスでは、1865年に「赤旗法（正式には、Locomotive act（蒸気自動車法）」という法律ができました。赤旗法の時代は、ガソリン自動車が出る前で、当時、蒸気自動車が走っていました。自動車は危険なものだということで、自動車の前に赤い旗を持った人が歩いて、危険を知らせます。ですから、市街地で自動車が走るのはあくまで時速3kmまでと速度制限がありました。自動車の前に赤い旗を持った人が、「危険ですよ、道をあけてください」という法律です。考えてみたら、自動車の利便性を無視して、あくまで危険だということで、自動車という便利なものに余りにも規制をかけ過ぎました。

自動車もそうですが、ドローンも危険という側面がございます。確かにそれが人の上に落ちれば、人は怪我をしますし、危ない。2015年4月に首相官邸にドローンが落ちた。確かに危険です。テロに使われる可能性もあります。しかしながら、ドローンの利便性や可能性がたくさんあります。余り法律が過剰に規制をすると、産業が育たないことになります。ですから、法規制を考える場合に、その危険性をあくまで軽減しながらその利便性を確保していくということが、規制する法のあり方ではないかということがございます。

2015年4月にドローンが首相官邸に落ちまして、すぐに国土交通省が9月に航空法を改正し、同年12月に改正航空法が施行されました（法律第67号）。2016年3月には「小型無人機等飛行禁止法」ができました（法律第9号）。これは、同年5月の伊勢志摩サミットまでに間に合わせるために、4月に施行されました。例えば、首相官邸とか、国会議事堂とか、国家の重要な施設の範囲300メートル以内にドローンを飛ばしてはだめだという法律です。今現在、日本のドローン関連の法整備について言えば、改正航空法と小型無人機等飛行禁止法、この2つしかございません。この2つでドローンに関する全ての問題が解決するわけではなくて、これをスタートとして、2016年の夏に関連法案をつくりまして、2017年の通常国会にその法案をまた提出する。このように、ステップ・バイ・ステップでこれからドローンの法規制体制を作っていくということになります。

そういう意味では、今後、どのような関連法案が採択されるかということも問題ですが、ここでは、資料にありますように、現在の法整備について考えてみます。まず、ドローンは飛行空域が制限されており（改正航空法132条）。第1に、空港付近でドローンを飛ばしてはならない。第2に、1km当たり4,000人が住んでいるような人口集中地区にドローンを飛ばしてはならない。京都市は、大体、人口集中地区になりますので、勝手にドローンを飛ばしてはいけません。第3に、地上150m以上の上空では、ほかの有人航空機との衝突の可能性があるので、飛ばしてはいけない。そういった制限空域の中では、特に国土交通大臣の許可を得れば、飛ばすことができます。私たちが自由にドローンを飛ばせるのは、そういった人口周密地域ではない、空港の近くではない、150m以下のところで



飛ばすことができるというのが、航空法の定める飛行空域でございます。

飛行方法（同法 132 条の 2）については、あくまで日中、日の出から日の入りまで、日没までです。それから目視、目で見ながらドローンを常時監視するというところでございます。ドローンを飛ばしたときには、物や人から 30m 以上離すことや、イベントの上空では飛ばしてはならない。また、爆発物とか危険物の輸送や落下をしてはならない。これも、国交大臣の許可や承認を受ければ、目視外であったり、夜間であったり、物を落下させることができますが、通常、それらは禁止されるということです。特に事件・事故とか災害時に国や地方公共団体がドローンを使用する場合には、例外措置としてその制限に服さないということでございます。

次に、無人機の本体に関する規制について、模型飛行機のような 200g 以下であれば、航空法の規制対象になりません（航空法施行規則 5 条の 2）。200g 以上のものが規制対象です。特に会場の入り口のところにあります現物を見ていただければわかるのですが、航空局長による「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領（平成 27 年 11 月 17 日制定、国空航第 684 号、国空機第 923 号）」によって、鋭利な突起物のない構造になっています。位置や進行方向がわかるようにライトが点灯するようになっています。また、操縦者は、飛行させるドローンを 10 時間以上飛行させた経歴がなければ、飛ばすことができません。ただ、ドローンも 200g 以上や 25kg 以上もあります。25kg 以上の場合には、100 時間以上の耐久性のあるもので、データ記録機能がついているものといった制限がさらに追加されます。

改正航空法と異なり、小型無人機等飛行禁止法では、伊勢志摩サミット時の指定場所、国会議事堂、政党事務所、外国の公館などでは、200g 以下のモデル航空機・模型飛行機でも飛ばしてはならない。この場合には警察が破壊するか、捕捉することになっています。さらに、罰則として、50 万円の罰金または 1 年以下の懲役が科せられます。

今後の法整備の計画ですが、2015 年 11 月 5 日に安倍首相が、早ければ 3 年以内にドローンを使った荷物の配送を可能にすると発言しています。2015 年 11 月の 3 年後ですから 2018 年、あと 2 年後にはドローンによる宅配便を実施させるということです。そうになると、官庁は何をするかという、首相が言ったのだから間に合わせないとだめだということで、まずは 2015 年 12 月に「小型無人機にかかわる環境整備に向けた官民協議会」を開き、これからどのような法整備をするのかということを検討し、そして、2016 年 4 月に「小型無人機の利活用と技術開発のロードマップ」を決めたわけです。

レベル 1 は、目視でドローンの操縦飛行をする。これは現在行われています。レベル 2 になると、目視の中で自動飛行ができる。これも現在行われています。レベル 3、レベル 4 がこれからの話で、例えば離島・山間部などの無人地帯、人がいなくて目視外、要するに目が届かない、見ることでできないところでドローンを飛ばすということです。遠くのスーパーに買い物に行けない「買い物難民」のお年寄りがいる山間部に食料品や雑貨などを運ぶとか、海が荒れて船が運航中止となり離島に薬が運べないときにドローンで薬を運ぶとか、そういったことを 2018 年頃実現しようとするのがレベ

ル3でございます。レベル4になると、山間部や離島までの無人地域の上空ではなく、住民のいる有人地域上空を飛行する場合です。要するに、人の上を飛行して宅配するというのがレベル4です。

そうすると、どういふシステムを作るかという、もう航空管制が必要となります。有人機が飛んでいる、無人機が飛んでいる。それが衝突しないようにお互いに情報共有するという航空管制システムを備えなければならぬ。そうするには2020年ぐらいまでかかる、今から4年後です。東京オリンピックのときには無人機が自律飛行をするような日本の社会を目指すということでございます。その場合に航空システムが完成している。ですから、無人機同士が情報共有してぶつからないとか、有人機が来たら無人機は飛行路を有人機に優先させる、私たちはそういう時代に突入していただろうと思います。

危険について考えてみますと、例えば、小さなドローンであれば、落ちてても被害が小さい。でも25kgとか、100kgになると、被害が大きくなります。重さによってやはりリスクの違いがあります。それからスピードとか、人がいるとかいないとか、そういった点で、リスクを基盤とした法律を作っていく必要があります。

私は、ドローンも、車の免許やバイクの免許と一緒にだと思います。私たちは自動車の普通免許を持っていますが、大型免許や特殊免許になると、やっぱり特殊な操縦技能が必要です。バイクだって小型、中型、750cc（ナナハン）という大型もあります。大型バイクでは、小型バイクを運転する技術・技能が違ってきます。また、自動車だったら、交通事故が起こったときにエアバッグがボンと開きます。ドローンの機体もそういった安全機能がついているか否か。衝突防止機能が付いているか、フェイルセーフ機能（故障したときに安全にもとのところに戻り、安全に着地する機能）やパラシュートが付いているか。自動車と同じように、ドローンの機体自体の整備の仕方、機能の装備も考えていかないとだめです。そうすると、またパイロット（ドライバー）の操縦者も資格認定でいいのか、免許制にするのか。私は、免許制にしたらいいと思います。免許制にするのであれば、何歳から免許証が取得できるのか、そういう問題が出てきます。

いろいろな検討課題が出てきます。アメリカを例に考えてみてはどうでしょうか。アメリカでは、商業ドローンは250g（0.55ポンド）以上25kg（55ポンド）未満とし、2015年12月からドローンを登録制にしています。登録できる者は、13歳以上です。登録の有効期間は3年で、1人で何機も登録でき、登録を義務化しています。登録証明書をもって、登録番号、要するにナンバープレートを機体に張り付けます。飛行するときには、登録証明書をコピーしたものを常時携帯しなければいけません。それが公表されたのは、2015年12月でした。そして、2016年6月21日には、「無人航空機規則」が成立しました。米国のこの規則も、目視内、常時監視、昼間のみ、時速160km（100mph）未満ということです。それから154m（400フィート）という高さ制限、それから目で見える範囲ですね。最低の視程としては4.8km（3マイル）です。他に、自動車を運転しながら操縦してはだめだとか、人の上を飛ばしてはだめだとか、危険なものを搭載してはだめだとか、そういったいろいろな制限があります。

去年、規則案を出したのですが、今年の規則で決まったのは、操縦者は16歳以上ということです。去年の規則案では最低年齢が17歳だったのですが、16歳に引き下げました。アメリカは、大体、自動車でも免許証の取得最低年齢は16歳になっています。ドローンの登録は、13歳以上です。娯楽や趣味でドローンを飛ばすのはいいけれども、ビジネスで飛ばす場合には13歳ではだめで、16歳以上です。それから試験を受けなければいけない。学科試験を受けて、パスした人が操縦できます。それも、2年間の期間しか有効でなくて、2年ごとの免許更新をする形にしております。恐らく日本も、同じように、運転免許試験や免許更新といった制度になるのではないかと思います。

日本は、例えば、今年の夏は電波法が改正されると予想されています。今、ドローンの操縦のための電波がWiFiと同じですから、混線する可能性があります。ドローン用に特別な周波数を振り分けること、それと、来年の航空法改正に向けて、例えば、川沿いに飛行路を設定する。そうすると、ドローンが落ちたときに人家に落ちない、人の上に落ちない。飛行路を川の上とか、離島では海岸線にする、飛行時間を設定する、飛行高度を設定する、最高速度を設定する、運搬する物の重量を制限する、それから酒気帯び運転は禁止だということにする。アメリカもそうですが、操縦する前には輸送安全局で検査を受けることになっています。ですから、これからドローンを飛ばす場合、自動車の場合と同じように、酒気帯び運転違反が起こるということです。

最後にまとめとして、他にはどういう問題があるかということ、やっぱりプライバシーの問題です。マンションの近くでドローンを飛ばした場合、操縦者がドローンを使って盗撮する可能性があります。それに対しては、2015年9月に総務省が「ドローン撮影に関するガイドライン」が策定しました。住宅地にカメラを向けないように配慮する、撮影映像にぼかしを入れるなど、さまざまなガイドラインがあります。それから損害保険制度ですね。自動車と同じように、自賠責を義務化するのか、いろいろ保険制度も考えられます。今、日本で困っているのは、統一免許制度にしてないので、損害保険会社としてもリスクの評価がしにくいということです。そういう意味では、損害保険制度を充実させるためには免許の統一試験が必要となります。最後は、自動車を対象とした「道路交通法」と同じようにドローン用の運転免許証制度をつくり、それもレベルを分けて、自動車学校みたいなドローン教習所で学科と実技を勉強する。車検制度みたいな機体整備制度を作り、自賠責みたいな保険を付けて、自動車で搭載されているエアバックみたいな安全装置、パラシュートをドローンに搭載し、安全機能を義務付ける。ドローンに関する詳細な法律・規則がこれから積み重ねられていくと思います。そういう意味では、今は、より具体的な法律をつくり、ドローン法体制を整備して行こうという段階にきております。

これも世界と同じようにするために、標準化機構(ISO)という国際機関があります。免許制度とか、ドローンを飛ばす場合の共通基準を作ろうと、今、世界が動き始めています。日本は、少し遅れ気味です。今、法制度化が進んでいるのはヨーロッパです。特に、フランスです。アメリカも少し遅れ気味です。法律が遅れば遅れるほど、産業がなかなか軌道に乗らないこととなります。法律をどのように作っていくのか、世界も日本も試行錯誤だと思えます。これからもドローンに関連する事件・事

故は必ず起きます。自動車の交通事故をなくすのに一番簡単な方法は、自動車を使用禁止にすればいいのです。自動車を運転してはだめだ、と。しかし、自動車を禁止することは、利便性からできません。それと同じように、ドローンが落ちて事故が起こる可能性が高いのですが、どのようにしてその危険性を軽減させていくのかというのが、これからの課題です。プロペラの回転する周りに安全カバーをつけるとか、パラシュートをつけるとか、遠隔操縦が機能ダウンしたときにはドローンが自分で勝手に帰るような機能をつけるとか、衝突防止の機能を装備するとか、さまざまな工夫をして少しでも安全にドローンを飛行させることができるように法整備を重ねることが、今後の法整備の流れではないかと思います。

これで報告を終わらせていただきます。ありがとうございました。(拍手)

**司会** ありがとうございました。

次に、講演2、「ドローンにおけるセキュリティ問題」ということで、東京電機大学の八槿教授にお話をいただきます。

八槿教授は、情報工学、理系の専門でございます。情報工学なんですけれども、皆様お察しのとおり、ドローンというような最新の技術は全て情報工学と無縁であることはございません。そのような意味で、情報工学、サイバーセキュリティを専門とされている八槿教授は、ドローンその他の先端のこういった技術に対して大変深い造詣を持っていらっしゃいます。先ほどの岩本教授と同様に、多数テレビ・新聞等におきましていろいろ提言をなさっております。

それでは、よろしく願いいたします。

## 講演2

「ドローンにおけるサイバーセキュリティ問題」

東京電機大学情報環境学部教授 八 槿 博 史

私、東京電機大学から来ました八槿と申す者でして、最近幾つかの場所でこういう話をしておるんですけれども、ドローンってリスクがあるよね。リスクがあるんだけど、落ちてくる、ぶつかる、これはわかるんですけど、ドローンってそれ以外にも、後でちょっとスライドで出てきますけれども、空飛ぶコンピュータなので、コンピュータなりの危ないことってあるんです。それをどう考えましょうかというお話をきょうは持ってきました。

ちょっと字が小さくなっているもので、お手元の資料と見比べながら見ていただければいいかなと思いますけれども、ドローンと呼ばれていますところのものは、ドローンって何、こういうのじゃないとドローンじゃないという話をし始めるとどンドン泥沼にはまりますので、まずは広く無人の飛行機だと思ってください。実際にドローンという言い方以外にはUAV (Unmanned Aerial Vehicle)、無人の飛行している機械という話でして、あそこに展示してありましたプロペラのいっぱいあるヘリ

コプターみたいなタイプ、あれはクアドコプターというタイプなのですが、あれ以外にも固定翼型の、普通の飛行機みたいにして飛ぶやつもあります。

ちょっと細かいことを書き過ぎているので端折りながらいきますけれども、あれをどうやって動かすかという、一つは遠隔で操縦する、ラジコンみたいな。ラジコンと言ってしまうと失礼なんですけれども、賢いラジコンみたいで、遠隔操縦する。もう一つのパターンは、操縦者を抜きにして、あれ自体が自動的に動き回る自動制御、その組み合わせでできているのがドローンという技術だと思ってください。

これもちょっと細か過ぎるので端折りながらいきますけれども、ドローンの活動領域って、よく頭より上で飛行機より下という言い方を私はしているんですけども、その領域って人工物が飛び交っているという想定をあんまりしてこなかった領域なんですね。そんな領域なので、そこをどう使ったらいいかとか、あるいはそこでどういう問題があり得るかとか、どういう技術が必要なのかということに関しては、まだまだ検討途上にあると思ってください。そういうところなので、これから見ていきますようなさまざまな問題というのを考えていかなければいけない。今まで考えてこなかった場所を考えていますということを最初に申し上げておきたいと思います。

それで、私は実際には情報工学というか、普段はコンピュータネットワークとか、人工知能とか、そういうところを研究しているもので、どちらかというコンピュータと見て見たときのリスクをちょっと考えてみるということをしております。

まずドローンってどういう機械なんだろうというのを見てみますと、まずローターと書いてありますけれども、要はプロペラです。プロペラが回っています。そのドローンが一定の場所に浮いたり動き回ったりするために、場所を特定する GPS、姿勢制御のためのジャイロセンサー、あるいは周りに障害物がないかを発見するための超音波センサー、あるいはカメラからの画像といったさまざまなセンサーからの情報を取り込んで、それをコンピュータで解析して、行動の仕方を決めてから、ローターを回したり、場合によってはもし荷物を運搬するようなやつでしたら、その下についているペイロード部分を動かすというような機械でございます。

これは結局、私なんかから見るとこう見えるわけです。センサーがついていて、プロペラとか手とかカメラとかがついている空飛んでいるコンピュータ。そう思うと、今、インターネットでは問題になっているサイバー攻撃、そういったものの対象になり得るし、もう一つは道具にもなり得る、そういう視点があるのではないかというのがきょうのお話の概略です。

それで、専門的な話でいくと話が混乱しますので、私はこういう整理をしてみました。ドローンとサイバーセキュリティを考えたときの3類型というのは、一つはドローンを攻撃するパターン、ドローンが攻撃の対象になるパターン。ドローンで攻撃するパターン、これはサイバー攻撃の道具としてドローンが使われてしまうパターンというのがあるだろう。最後にドローンが攻撃する。これは事故なんか典型的な類型なんですけれども、ドローンの持ち主の想定しない形で被害をもたらしてしまう。大体これぐらいのパターン。これはサイバーセキュリティでも大体このパターンですね。インターネッ



トの中の攻撃でも、コンピュータが攻撃されるパターン、コンピュータを使って攻撃してくるパターン、コンピュータの異常動作が問題をもたらすパターン。それと同じように、ドローンでもそういうことが起こり得るということを考えながら、そのリスクの評価をしていこうという話です。

この先は事例のご紹介なんですけれども、例えば非常にわかりやすいものとして、ドローンがコンピュータだと思えばサイバー攻撃の対象になります。これはどんなのがあるかという、飛んでいるドローンに対して悪い人がアクセスして、コンピュータウイルスを入れ込んで、怪しい動作をさせる。これはあくまでも実証デモであって、実際の事件ではないのですけれども、ドローンに対してアクセスして、マルウェアを投入するというコンセプトモデルは既に2年ほど前に提示されています。これが起こると何が起こるかという、例えば飛んでいるドローンが乗っ取られて、そのドローンが運んでいる荷物が取られてしまうというようになりリスクが考えられるわけです。

ドローンのハッキングの話はちょっと細くなるので飛ばすとしまして、実際ドローンってどれぐらいセキュリティを考えているのというのを調査してみました。結論としましては、かなりほったらかし。これは特定の会社を攻撃するのもあれなんですけれども、これも結構世界で売れているメーカーなんですけれども、使ってみたら、うちの3年生が2日で操縦を奪う方法を発見したというレベルで、危なかった。これぐらいだとまだホビー目的のやつなんですけれども、こういう軍事用の無人攻撃機、アメリカのプレデターというものがあるんですけれども、これもドローンの1種です。こういうドローンに対して、例えばこの場合ですと、映像信号を傍受することが可能という脆弱性があったというのが実際にありますし、きょうは持ってきませんでしたけれども、これを制御するための操縦システムにコンピュータウイルスが発見されるという事件も既に起きています。軍事用になるとかなり深刻という話があるんですけれども、商業用、ホビー用にかかわらず、そういうリスクは実際の問題としてあるということだと思ってください。

あと、それ以外の攻撃のパターンとしましては、ドローンはGPSを使って場所を特定して動いているわけですが、そこにGPSの偽信号を送ってやって、ドローンをあさっての方向へ飛ばしてやるという攻撃があり得ます。これはテキサス大で実際に実験が行われて、誘導に成功するというような事例が起きています。

それ以外に、ドローンのシステムに侵入する形のマルウェアと言っていますけれども、要するにコンピュータウイルスです。コンピュータウイルスというものがだんだん開発されたり発見されたりということが実際の問題となっていて、こういったようなドローに対する攻撃というものが起きた場合のリスクというものを考えてみると、一つはドローン本体、あるいはそれに積んでいる積み荷を盗む。要するに飛んでいるやつをハッキングして盗むというようになりリスクというのは、それほど荒唐無稽ではありません。もう一つは、ドローン自体の破壊というものがあります。余りホビー用のものを破壊してもおもしろくないのですけれども、ドローンというのは軍事用のものがあります。軍事用のドローンに関してはこれを破壊するというモチベーションが敵国側には当然あります。それに対してじゃどういふ防御をかけるんですかという話は、かなりリアリティのある問題として専門家の間で



議論が始まっています。

あとは、ホビー用でも結構怖いのは、ホビーで飛ばしていたら、悪いやつがそれを奪って行って、本来飛ばしていけないところに持って行って、落としてやって、あいつが変な飛ばし方をしたんだという、例えば他人に罪をなすりつけられるわけです。これはインターネットにつながったコンピュータだと思えば、ほかの人のコンピュータを乗っ取って悪いことをさせて、あいつが悪いと行って人を罪に陥れるという事件はもう起きています。それと同じような類型はあり得るということが考えられます。

あんまり長々しゃべると時間がどんどんたってしまうのですが、もう一つは、ドローン自体が攻撃の道具になるということです。ドローンという言葉自体は、実際にはもともと軍事用の無人機を指して使われたのが最初のおこりであると言われていています。そんなようにもう無人の飛行機という話の事のおこりから、攻撃的な意図というのはある程度入っているんです。ですので、ドローンを使った攻撃みたいな類型というものはやっぱりあります。例えばドローンを使って攻撃的な意図で飛ばしてやろう。例えば首相官邸の無人機落下事件も多少攻撃的な意図が、福島の砂を置いてきてやるみたいな、そういうことを考えて飛ばしていますし、ドローンに銃を向けてぶっぱなす映像を YouTube に公開して世界中で大問題になった学生、これはどっちかというといたずらの類ですけれども、そういったものは実際に起きています。あるいは密輸のための道具として、これは未遂事件ですけれども、刑務所の中にいる仲間に対して資材を送り込むのにドローンを使おうとして捕まるという事件であるとか、あるいは国境地帯での密輸に使おうとした事例なんかも発見されています。だから、悪意のあるドローンの使用というものもどう対策していきますかということもそろそろ考えるべきである。

これになると二段構えなんですけれども、ドローンを使って、さらにそれを踏み台にしてサイバーアタックをするというような事例というのがありまして、これも検討中であることが発覚したというレベルの話なんですけれども、とあるサイバーセキュリティというか、半分サイバーアタックを請け負う感じの危ない会社がありまして、そこが実際にドローンが企業の敷地に飛んでいって、無線の企業の中でしかつなげないネットワークにつないで、情報を盗むためのシステムを開発していたことが報道されたりというようなことが起きています。

あるいはドローンによる問題としては、先ほど岩本先生からお話がありましたプライバシー侵害問題をどう考えるかということもありまして、アメリカなんかでは FAA 連邦航空局が主導して、そういうディスカッションをするフォーラムをつくっていますし、先ほど岩本先生からありました総務省からのガイドラインというのも昨年出たという状態です。

駆け足で申しわけないのですけれども、最後、ドローンが起こす事故といいますが、そういったような事例もあります。例えばこれはワシントンポストで出てきた、ドローンが飛行機の離発着を妨げた事例なんかもう既に数十件起きているという話なんかがあります。

ちょっと飛ばしていきますけれども、それに対するリスクはどう考えたらいいんだろうということに関しては、まだ研究段階です。リスク評価に関しては国際会議でリスク評価の手法に対して提案し

て、そのディスカッションが行われているような状態ですし、そのセキュリティ対策をどうやって考えるのかということに関しても、ようやくサイバーセキュリティの専門家もリスクはあるねということに気づきだして、さまざまな提案をしているところですが、じゃ今あるドローンのシステムが安全になっているかという、まだなっていません。そうは言ってもどんどんものすごい勢いで応用のほうは進んでいるわけですから、それに向けてちょっとこちらのセキュリティ業界、サイバーセキュリティの業界のほうもドローンに対して少し積極的に取り組んでいかなければいけないなという動きが始まっているというところでございます。

それ以外の話も持ってきたんですが、長くなるのでまとめにいきまして、サイバー攻撃の対象にも道具にもドローンはあります。類型として、ドローンを攻撃する、ドローンで攻撃する、ドローンが攻撃するというパターンがあります。そういった中で、セキュリティ的なインシデントと言っていますけれども、問題が起き始めているのですが、それに対する対策というのがやや後手に回り始めていて、これはインターネットが普及したときと同じような状態になっていて、まずい。利用するのが怖いという話じゃなくて、ちゃんと利用していくためにはもういい加減セキュリティのことをきちんと考えないと、大問題が起きてからでは遅いよというような状態になっているのではないかなというのが私からの報告ということになります。

ちょっと駆け足で申しわけありませんでした。これで終わります。(拍手)

司会 ありがとうございます。

次に、第3講演「ドローンビジネスにおけるクリエイターの躍進」ということで、一般社団法人ドローン撮影クリエイターズ協会理事長の坂口氏にお願いしたいと思います。

輸送で使ったり、ドローンにはさまざまな使い道があるわけですが、坂口理事長は特に撮影のご専門でいらっしゃるって、京都で今、特に注目のクリエイターということで、今回講演をお願いいたしました。

それでは、よろしく願います。

### 講演3

「ドローンビジネスにおけるクリエイターの躍進」

一般社団法人ドローン撮影クリエイターズ協会理事長 坂口博紀

皆さん、こんにちは。いきなりなんですけれども、日本でシンポジウムでドローンを上げるのは多分初めてだと思うので、ドローンって飛んでいるのを見られた方はいらっしゃいますか。

すばらしい。直にですか。すごい。

こんなの言うていたら時間がどんどん延びてきますので、いきなりあれなんですけれども、飛ばさせてもらいたいと思います。きょう飛ばすドローンなんですけれども、一番最新式のドローンになり

ます。Phantom4 という DJI 社から出ているものなんですけれども、特に私が DJI の製品の紹介をしているわけでもないのに、このドローンがいかにかすばらしいものなのかということを見ていただきたいと思います。かなりびっくりされると思うので、皆さんじっくり見ていただきたいと思います。

通常なら大画面で見ていただく予定になっていたんですけども、プロジェクターの不調で画面が小さくなります。観客席のほうの明かりをつけていただくことは可能ですか。全体的に明るくなるので見づらくなると思うんですけども、画面に映っておられると思います。ドローンの挙動がカメラに与える影響とかも見ていただいて、どれだけ安定性があるかということを見ていただきたいと思います。

ワンタップで離陸してみたいと思います。見ていてください。いきます。

私、何も触っていません。下のビジョンポジショニング、カメラが下の画像を解析しながら飛んでいます。通常外で飛ばすのを前提にしているので、GPS を拾って飛ぶという形なんですけども、これは室内でも、インドアでも十分飛ばせる技術がついているというドローンになります。

ちょっとこのドローンがいかにかすごいドローンなのか、見ていただけたらと思います。ちょっと上げます。皆さん、画像を見ていてくださいね。カメラは揺れていません。わかりますか。これがドローンが映し出す映像になります。

このドローンは、どの方向に引っ張ってももとに戻ります。この地形を分析しているので、ちょっと見ていてください。戻ります。

皆さん、聞こえますか。このドローンは衝突機能防止センターというのがついています。前方 2 メートル 50 センチで必ず障害物を避けてとまります。トラッキングシステムというシステムがついているのですけれども、それはこのドローンが画面上でパックスした人物をずっと追いかけて撮影するという機能をついています。そのときに前に障害物があれば、2 つモードが選べます。その場でホバーリングするか、障害物を避けて、また追従していくというモードがついています。

これをハンドキャッチしてみます。見ていてください。

ありがとうございます。(拍手)

もっと飛ばしたいのですけれども、時間がないのでこれぐらいにしておきます。後ほど飛ばします。少々お待ちください。

パソコンに切りかえてください。

改めまして、坂口と申します。

次、いきなりなんですけども、昨年、法改正の前に太陽の塔を夜間に撮った映像がありますので、ちょっとごらんください。

これは夜間の撮影になります。夜間の撮影というのは非常に難しい撮影になりまして、パイロットは全くドローンは見えません。これは顔のほうから、上から順番にドローンを下ろしていつているんですけども、太陽の塔のプロジェクションマッピングをしたときの映像になります。これはパイロットが 1 名、あとカメラマン 1 人、フォーカスマン、ピントを合わす人間ですね。あと目視係、安全運

航管理者、全体を統括する監督、大体7名で撮影しております。このときの法改正、去年の航空法改正は12月10日に行われました。この撮影は12月9日の午後10時30分に行いました。ぎりぎり法改正の前に。法改正の前にこのプロジェクトマップングを持ってきて、法律が施行される前に撮ろうということで、私のほうが撮らせていただきました。私はパイロットです。この距離とかもすごく近くて、ドローンは見えません。そのときの距離とかを目視係が全て無線で連絡をして、操縦者は完全に目視外で撮影しています。奥に見えるのが、土曜日、日曜日に行ったらわんさか人がいてというエキスポ・シティです。その横に大きい観覧車ができています。

操縦したことある方。

3人、4人、すばらしい。

操縦された方はかなりレアだと思います。ただ、もう10年後には周りには周りの方がドローンの操縦をされている方がいることになるでしょう。

ドローンをなぜ目にする機会が少ないのか。

それは12月10日からの法改正が一因。そしてパイロットが少ない。あとは事業者の自粛です。法律を守ってまでドローンを運用する必要はないだろうと考えている方が今、かなり多いです。

でも、これからドローンの運用がどんどん始まっていきます。建築業界やセコムさん、あとアマゾン、農業散布、これらの分野からドローンの運用を要望されていることが多いです。

また、市場の試算も2020年に1,138億円、指標もどんどん変わってきています。3カ月、4カ月ベースで年々うなぎ上りで、多分2,000億を超えてくるでしょう。ということは、今、ドローンのビジネスに参画しておけば、何かしらビジネスチャンスに繋がるということになると思います。

また、この会場に建築業界の方が多分いらっしゃると思うんですけども、国交省がi-Constructionを平成28年度から適用という形で始めました。要は国が定める公共事業に対して入札する場合、事業者に対して今後ドローンを活用しなさいということ。例えば重機も無人で動く重機を導入していきましようと言っているのがこのi-Constructionになります。挿入の理由は、建築業界は人手不足が深刻化しているからです。定年退職する人も増えて年々従事者の年齢が上がっています。それを補うためにドローンをはじめとする無人ロボットを活用しなさいという国の方針が決まりました。

今、ざっと見てこれぐらいの数のドローンの事業というのがあります。この中で一番運用率が高いものを順番にいきます。1番は空撮です。測量・点検です。今、まだわからないのがこの警備・輸送・倉庫、あと工事現場。順番にいけば必ずこれから産業で割合がふえてくるのは測量・点検です。皆さん覚えておいてください。この測量・点検、空撮をされている事業者さんが、今後ドローンを活用して災害現場に行こうというのがこの災害です。後々出てきますけれども、また後でディスカッションのほうでいろいろ災害のほうの話をさせていただければと思います。

これは先ほど言いました職人の不足です。ドローンの活用によって人手不足を補おう、そして危険な現場にどんどんドローンを取り入れて、安全に人の仕事を補助するという形になります。

これは実際に当協会が行った映像なんですけれども、このようなオルソ画像の生成、3Dの計測をして測量をする。測量はこれから、地上で測量するというふうなものもあるんですけども、それにかわってどんどん上空からの測量・点検になっていきます。

今、空撮現場において操縦技術がかなり求められています。操縦技術がないとドローンを飛ばすことはできないということはないです。ただ、基礎的な操縦技術をわかっていることによって、例えばドローンの挙動がおかしくなったというとき、あとドローンを飛ばすのが非常に難しい場所で飛ばしたときの危険回避、そのような場面でも運用できる力をつけるために、この操縦技術を学ぶということになります。

ここで空撮の事例を一回見ていただきたいと思います。

これはうちのインストラクターが撮ってきた橋梁の点検の映像になります。これは当然橋を見ていただいたらわかるんですけども、左右まで4Kで撮影します。この撮影した映像を後で写真に切りだしたりして、資料として提出する、そういうふうなことも可能になってきます。これをドローンでしかやることができません。足場を組んで行う必要性もない。道路の各所点検、映像のような点検もできます。

これはちょうど田辺のほうで橋脚の撮影をした映像です。土砂が埋もれたときですね。

これは道路の各所点検を真上から俯瞰で撮影します。撮影にすごく正確さが求められるので、かなり操縦者とカメラマンの息が合っていないとなかなか運用できない。

これは3D、先ほど言っていたオルソ画像、これを3Dで計測して、画像にする。

こういうふうな土砂が流れているところも全て3D化する。これで堆積量がわかったり、3Dで計測することによってどういうふうに対処をしたらいいか、そういうことも可能になってきます。

カメラ操作知識、これは産業界から一番多い質問です。カメラ操作を教えてくださいと。皆さん一眼レフを使われていて困ったことがあると思うんですけども、プロのようにはいかないですよ。ただ、それと同じで、プロのような仕事をしなさいというような形で産業のほうに言っているものなので、いきなり素人さんがプロのカメラの知識をつけるということをしなさいといけなくなっています。ここでやはりカメラの知識をどんどんつけていくことが急務になってきています。

シャッタースピードとか、カメラの操作がわからない。皆さんデジカメを買われるときにいろんなセンサーサイズを見られると思うんですけども、フルサイズが今、一番高いです。順番にセンサーが小さくなっていくに従って解像度が低くなって行って、カメラが安くなっていきます。

この映像はカメラとドローンを駆使したものです。これはカメラとドローンでずっと寄っていつています。これはドローンのパイロットとカメラマンの正確性を問われています。これはなかなか、僕も一発で決まったんですけども、別に自慢しているわけでもないんですけども、なかなか難しい。こういうふうなことがドローンでできるという事例になります。

操縦と撮影は分離するという事は、やはりパイロット、カメラマン、フォーカスマン、安全運航管理者、目視人、この全てが揃って空撮、安全で正確な撮影ができる。これは全ての空撮に当てはま



ります。特にこの安全運航管理者、これが今後、例えば先ほど先生がおっしゃっていました無人化にこれからなっていくます。旅客機、カーゴ便と言われている FedEx とかの輸送機がこれから無人化されます。無人化されたら人は乗れないのかじゃなくて、パイロットとして乗るのではなくて、安全運航管理者として乗ります。

ここでやはり空撮現場で求められてくるのは安全運航管理者、これから例えば管制塔ができたりであったりとか、そういうふうなところには必ず安全運航管理者というのを置きなさいということが起きてくるであろうと言われています。

安全運航管理者、カメラマン、パイロット、目視人、これが全て揃って、きっちりとした運営ができる。再度確認のためにこういうふうな映像を出しています。

ちょっと番外編です。これは私、実は金沢大学と合同で南阿蘇、熊本に調査で入りました。初めて私だけ赤外線カメラの撮影をしたものがあるので、ちょっと順番に見ていってください。

これは南阿蘇の土砂現場です。橋が落ちたところの現場です。この全体的な地層、これは木が1本、これです。小さく見えますけれども、ここの高さまで600メートルあります。500メートルまで上げて、目視外で正確に撮影しないといけないという中で、この災害現場の撮影をしました。正直怖かったです。これぐらいの撮影をするというのは、やはりきっちりとした操縦技術にのっとなって運用しないと、必ず落とします。これは国交省の方、国土地理院の方が見守る中で撮影した映像になります。

これも橋の落ちている、この下は断崖絶壁みたいになっていますけれども、やはり現場がすごいなと。これをドローンで撮影してこの映像が撮れたというのは、これからの防災にかなり役立つ資料ができたと大学のほうから絶賛の声をいただきました。

これはちょうど大学生が生き埋めになったマンションの真下です。実際皆さん見られていないと思うんですけども、マンションがこんなところに建っていたんですね。全て落ちているので、橋とかもこんな状態で落ちています。これをドローンで正確にここまで撮影できたという事例です。これは高圧電線が倒れかかっています。こういう現場でもドローンはどんどん活躍できているという一つです。

これでちょっと赤外線カメラを見ていただきたいと思います。

これは同時に通常撮影と赤外線カメラの撮影をしています。赤外線カメラというのは、専門家の方が見れば、これは屋根が全然何もなっていないのが赤外線のデータでわかります。これは専門家の方が見られたらすぐにわかるらしいです。赤外線カメラというのはすごく優秀で、倒壊している家が、上空から見てもわからないのですけれども、赤外線を当てればこの家は危ないと判断できるらしいです。それで、これが当初地震が起こったときにこの赤外線カメラを投影してドローンの運用がされていけば、もっと早い段階でハザードマップがつくれていたと大学の教授は言うておりました。

最後に、駆け足でできましたけれども、これから皆さんがドローンをいかに安全なものか、危険なものもありますが、安全に運用することが一番です。例えば京都市内でドローンが上を飛んでいたら、今、皆さん見ますよね。それが見ないような、また飛んでいるわと、そういう時代が来るということを想



定して、我々は今後ドローンの操縦者の育成、ドローンの事業者に対しての取り組みをさせてもらうためにいろいろ指導させていただいたりしていきたいと思います。

我々クリエイターが持っている力が産業ときっちり結びついたということが大きいです。我々は空撮の依頼が非常に多いのですけれども、それ以上に産業からの問い合わせがかなり多いです。点検・防災、災害、災害救助、そのときにどういうふうなドローンを扱うか。空撮の規模とは全く違います。これからすごく注目されるのは、測量・点検、防災で活用するドローン。輸送もそうなんですけれども、輸送はちょっとまだ実現性が不確定ですが、これから皆さんの周りでドローンがどんどん飛んできます。飛んでいても警察に通報せずに、優しく見守ってあげていただけたらと思います。

最後に、我々の協会が西日本で初めてドローンの操縦技術者を認定する制度を始めました。1期、2期、3期、ありがたいことに全て満員です。これからどんどん京都を拠点に、京都をドローンのまちにしていきたいと考えております。これからも皆さん、お力添えをよろしくお願いいたします。ありがとうございました。(拍手)

司会 ありがとうございました。

(休憩)

坂口 今、皆さんドローンの映像を見られていると思うのですが、映っていますよね。ドローンの機体を見てください。傾いているでしょう。映像は傾いていませんよね。これがドローンのジンバルの精度なんです。これでドローンの名前が広まった。

ドローンだけは飛ぶものですよね。こんなの飛ばしていても全然おもしろくないですよ。私に関心があるのがカメラの性能なんです。これで誰でもいい映像が撮れるようになったので、ドローンが普及したということなんです。

農薬散布の産業ヘリというのが、結構大きい大型機が飛んでいるのを見られたことがありますか。ないですか。ありますよね、田んぼとかで飛んでいる。あのドローンは1機幾らするかご存じですか。

100万で売っていると思われる方、いますか。あのドローンは100万×14倍します。1,400万します。あのドローンが落ちたら、人が死にます。だから、普及しないんです。普及しないというか、専門的な分野でしか普及しない。だから、一般的に普及してきたから皆さんドローンという名前を周知されたということになるのです。

ちょっと今、ここにお兄ちゃんがいるんですけど、ここで中学生の子でもドローンを上げられるのを見ていただきたいと思います。

上げたことはないですけど、それだけの性能がある。富士山は超えます。富士山の頂上でこのドローンはちゃんと飛びます。気圧の問題とかもあるんですけど、このドローンが大体、もう1個前のやつ、ファントム3というドローンは巷で賑わっています。

今、ドローンで捕まったというニュースを見られたことがあると思うんですけども、捕まっている方全員がこのドローンです。捕まったとかいう話をしたらだめなんですけれども、捕まった方の全員は確信犯です。法律を知っている上でドローンを飛ばして、捕まってすみません、なのです。法律を知らなかったからというわけじゃないんです。知っていてわざと運用しているのです。わざとやっている人というのは、基本的にドローンのことを勉強しようとしません。ただ、ドローンが自分でお金を出して買ったものだから、飛ばしたいですよ。ただ、勉強して国交省に認定をしてもらって、承認を出してもらってやるという人はまずいないです。事業者の空撮をやられている方も、そのうちの半分はプロです。全然ゼロなのは建築業界の方です。建築業界の方でドローンを圧倒的に使っている方がいらっしゃるんですけども、ちゃんと守って飛ばしていますので、誰も書類送検されていません。それを覚えておいてください。変な飛ばし方をしていたら、皆さん勇気を出して、警察に通報してください。あかんど。すぐに通報してやってください。ちゃんとしている方はやっているのを見たらわかります。ヘルメットを被ったりとか、反射ジャケットを着てちゃんと撮影しています。怪しい人はそれなりに1人でやっているとか、無許可でやっている人はそれなりの撮影をしています。わかります。

全然話が飛びましたけれども、すみません。

このドローンはちなみに25万円です。このドローンは25万円なんですけれども、半年前、このドローンと同じ機能がついたドローンって幾らしたと思われませんか。100万円やと思われる方、300万円、500万円。500万です。半年で500万の同じ性能のドローンが18万円、20万円、25万円出ます。知識も変わってきます。6枚羽根の羽根が1枚とまったら落ちると言われていました。今の技術は落ちないです。羽根がとまっても、くるくる回りながらもとの位置に帰ってきます。そのままポイント、GPSを受けた地点に落ちます。そういうふうなドローンも出てきています。

じゃ少年、待たすのあれなのでやりましょうか。

少年からは離陸・着陸だけだったらおもしろくないという声も出ているのですけれども、実際皆さん順番にやっていったら、100%できます。ドローンはここまで性能が来ています。誰でもドローンは上げることはできて、空撮はできます。ただ、空撮するのに、法律、いろんな規制があります。

例えば例を言いますと、まずこの少年がドローンをむすびわざ館の前の敷地内、京都産業大学中・高等部のグラウンドで上げました。この少年がドローンをそこで上げました。警察に捕まると思われる方はいらっしゃいますか。警察に捕まらないと思われる方。

捕まります。皆さん、これほど法律の壁というか、詳しい法律をご存じじゃない方がいらっしゃると思います。法律の話をすれば、あと3時間ぐらいあればしゃべらせてもらうのですけれども、これ以上しゃべったら皆さんにご迷惑をおかけしますので、これほどにしておきます。

要は法律をきっちり守っていただいてドローンを飛ばしたら、誰でも安全に、例えばそれを墜落させたときも、きっちり法律にのっとってやっていて許可を得ていれば、ニュースとかワイドショーに出ることはないです。

実際私も、こんな言うたらだめなんですけれども、今、ドローンをやって6年目です。墜落を25回させています。全て人為的ミスです。ドローンは必ず落ちます。落ちたときの対処をするために操縦技術を磨くということになるので、今、西日本で初めてドローンの操縦者資格認定というのをうちの協会が出して、どんだんドローンのパイロットを集めていますので、また皆さん興味がある方は操縦認定を受けていただいて、転職される方とかもいらっしやると思うので、ドローンのパイロットになっていただきたいと思います。

もう一回飛ばしますね。

皆さん、25万円出せば買えます。うちの協会も販売しておりますので、それはどうでもいいわ。ありがとうございました。(拍手)

### 総合討論・質疑応答

**司会** それでは、引き続き最後の総合討論のほうに移らせていただきたいと思います。

まず岩本先生からお願いいたします。

**岩本** アメリカがいいというわけではないのですが、まずは登録制度を確立するということです。それと、先ほど坂口さんのほうから出ましたヤマハ発動機の産業用無人ヘリコプター「フェーザー・アール (FAZAR R)」は、価格が1231万円ですが、1度に32ℓ (16ℓタンク×2個)の農薬散布ができるという大型農業用無人ヘリです。日本では、2014年3月に航空機製造事業法施行令が、規制対象の無人機の総重量が100kg以上から150kg以上に改正された。それによって、150kg以下であれば、農業用無人ヘリは、航空機製造事業法に縛られることなく製造することができます。150kg以上になると航空機製造事業法によって規制されます。今後、150kg以下の大型無人ヘリが製造され、「攻めの農林水産業」が推進されるものと思われま。

今は200g, 25kg, 150kgという飛行機の重量によって区分がありますが、もう少し細分化したほうがいいと考えます。例えば、7kgとか、イギリスとかデンマークとか、ヨーロッパではもう少し細分化しています。それによって免許証がA, B, C, Dというような、簡単な試験から難しい試験まで、実技試験も試験のレベルによって変えていくとか、そういった免許制にする必要があるのではないかと思います。

日本は、関連官庁が、農林水産省と国土交通省の2つに分かれて、それぞれの業界団体との間でドローン飛行のガイドラインを作っています。農林水産省では、「無人ヘリコプター利用技術指導指針」があり、国土交通省には「無人航空機の安全な飛行のためのガイドライン」があります。やはり統一した免許制度、認可制度およびガイドラインが必要じゃないかと思います。報告の最後に言いましたように、保険制度でリスク・カウントするときに、Aグループの認定制度とBグループの認定制度の基準や技量認定に差が出ると、制度として混乱します。ですから、法律的には統一した試験制度、統一した登録制度が必要です。ナンバープレートをつけて飛行させる。登録のときには住所、氏名、

年齢、それからEメール・アドレスを記入する。もしも落ちたときには、この機体を所有している人はこの人だとわかる。自動車と一緒にですね。自動車の法制度と同じような制度にする必要はないですが、自動車の法制度は大いに参考になるのではないかなということをつけ加えたいと思います。

司会 次に、八横先生お願いします。

八横 ちょっと先ほどスライドとしてはすっ飛ばしてしまったんですけども、きょうはドローンという話で、ドローンを攻撃する、ドローンで攻撃する、ドローンが攻撃するという話をしたんですが、これは実はドローンに限ったことではありませんで、今、ロボットカーの話、つい最近、死亡事故がついに起きてしまいましたけれども、ロボットカーであるとか、家庭用のロボット、最近、コミュニケーションロボットがまたブームになってきて、機械がふえて、もっと単純な例ではお掃除ロボット、ルンバみたいなものを売っていたりしますけれども、こんなぐあいに自分で動き回るコンピュータというものが我々の生活の中に急速に入ってきているということがありまして、じゃこれに伴う、私はどっちかという情報工学でコンピュータの人間ですから、サイバー関係でのリスクってないの、本当はどういうふうを考えてつくっておくべきなの、あるいは安全基準ってどうあるべきなのということを実際には考えたくて、ドローンだけをやっているわけではなくて、幾つかの事例を考えながら研究しているというのが私のスタンスです。

ちょっとこれを言いそびれましたので、言わせてください。

司会 では、坂口先生お願いします。

坂口 やはりドローンをいかに知ってもらおうか。ドローンのすばらしさ、そしてドローンの危険さ。例えば最近、イスラム国が自分らのプロモーションの映像に、残虐な映像のシーンの中にドローンを実際入れてきています。ということは、ドローンはそういうふうな悪事に使われだしてきたということになります。

ドローンというのは、基本的に我々は必ず平和目的、防災、災害、そしてビジネス、全てにきっちり使えるようなもので動いているのですけれども、例えばドローンというのは、きょうの挙動も見ただけでも見ただけでも、外で飛ばしたら一瞬にして見えなくなります。ほんまに時速90キロでドローンが飛んでいったら見えなくなって、あのドローンはどこやといっても全くわかりません。そのドローンが例えば危ない液体とか、何か噴射するものをつけていたり、例えば爆弾とかをつけているドローンが、今、仮に我々の技術でそのドローンがあれば簡単にできます。ピンポイントですれもなく、そのドローンをそこに墜落させることができます。それが現状です。ただ、そういうふうなことはやらないだけで、そういうふうなドローンを使ってそういうことができるのは可能な技術であるということだけを皆さん知っていただいて、そういうふうなドローンの危ないところもあるんですけ

れども、もっともっと平和目的、きっちりとした運用をすれば、必ず将来的にドローンはすばらしいものになるというのをもっともっと啓蒙活動で、我々も小さい小学生とか幼稚園の子どもたち、高校生、大学生、就職活動、大人になればあと20年後ぐらいですか、必ずドローンは上空を飛んでいます。これは私の命をかけても言えることです。上空を飛んで、誰も振り向かないような時代というのは必ず来ます。それまでにいかにドローンの運用の仕方とか、ビジネスの仕方、安全性・危険性も教えたりとか、やはり小さいときから、皆さん子どもさんとかもいらっしゃると思うのですけれども、きっちりドローンのことを教えていくということを我々の協会がもっともっと皆さんと一緒にこの京都を中心に、京都中心とばかり言っていますけれども、京都を皮切りに啓蒙活動をしていきたいなということをさっき言いそびれたので、これを最後に言わせていただきます。

**司会** どうもありがとうございました。

フロアからのご質問に移る前に、登壇者の先生方から、ほかの登壇者に対する質問あるいはコメントを伺えればと思います。

**坂口** 岩本先生のお話を伺って、やはり重要だと思うのは法律ですね。ドローンの法律というのは皆さん余り、ニュースで見て、こいつが悪いな、捕まった。実際皆さんご存じだと思うのですけれども、京都で2名捕まっています。これは全国で見てもトップです。そのたびうちの協会じゃないかということと言われるんですけれども、違います。

1人は二条城。まず二条城のほうで捕まって、中京警察署に行くと、多分罰金刑、書類送検されて、罰金刑が科せられますよね。そうなった時点で犯歴がつきます。前科1犯になります。ドローンを飛ばしたことで前科1犯です。ものすごく厳しいです。

二条城にドローンを飛ばした社員が犯した法律を順番に言っていきます。まず人口密集地、人口集中地域での上空、彼はここに飛ばしました。バツです。ここでまず1つ法令を犯しています。二条城の真横というのは人口密集地に指定されております。DID地区、1キロ平方メートル当たり4,000人。京都市はほぼ飛ばすことができません。宝ヶ池周辺は飛ばせます。これは国交省のサイトで見れますので、一度皆さん、自分の家が人口密集地であるかどうか、そんなの興味ある方はいらっしゃらないと思うんですけれども、見ていただけたら、真っ赤に染まっています。真っ赤です。

産業大学の中等部・高等部のグラウンドは人口密集地真っただ中に入っています。まず1つ目、この法律を犯しています。あと150メートル以上、これも犯しています。彼は300メートルまで上げています。あと夜間飛行、夜の9時30分に飛ばしています。夜間飛行というのは基本的に日没後です。日の出から日没までが日中になります。大体今でしたら朝の6時半から夕方5時半ぐらいまでが日中です。それ以外に飛ばしたら夜間飛行になります。外が明るくても、きっちりと気象庁が出している日中という中で、日の出から日没までということを守らないと夜間飛行。グレーゾーンですけれども、ここの部類に入ってきます。彼は1, 2, 3, あと30メートル以内に近づいています。二

条城の先のほうを撮っています。瓦のところ、ここを無許可で撮っています。4つの法律を犯しているという最悪な確信犯です。全てわかっている上での運用です。

あともう1人は中国の留学生で、京都御所を無許可で飛ばしています。彼も法律は30メートル以内という法律と、あと小型無人機等飛行禁止法、これも今、皆さんご存じかどうかはわかりませんが、京都では唯一御所が指定されております。首相官邸と同じく、皇居、御所、全てここに当てはまります。通常でしたら200グラム以下のドローンは飛ばしても法律はないんですけれども、この周りではどんなドローン、こんな小さいドローンを飛ばしても、法律違反になります。例えばお父さんがアマゾンで買って来たこんな小さいドローンをおもしろがって上げていますよね。あれをここでやったら捕まります。

やはり法律を犯してやっている方というのは、先ほども言ったのですけれども、ほぼドローンをやっている方は法律は知っています。法律を知った上で、わざと空撮をやっても大丈夫だろうというふうな感覚になるんですね、ドローンを上げたら簡単に上がるので、誰も見ていないだろう、そういう安易な形でドローンを運用しているというやから、すごくそういうふうな事業者、プロの方でも何人もいらっしやいます。そういうふうな法律を重視しない人をどんどん取り締まっていただくということも警察とかほかの官庁の方の仕事ですので、もっともっと警察とか消防の方も法律も覚えていただきたい。皆さんもドローンの法律、きょうは少なからず皆さん来られているということはドローンに対して興味があるという形で来られていると私、認識していますので、もっとドローンの法律を知っていただいた上で、ドローンの事業をされている方であったりとか、見守っていただけたらなと思います。

**司会** ありがとうございます。

八槨先生、お願いします。

**八槨** これはお二人の先生にお聞きしたいのですけれども、きょうの話はどっちかという国内の制度や状況はどうなっているかという話だったんですが、海外ではどんなぐあいになっているかということについて、何かご存じのことがあれば、少しお話いただければと思うんですけれども。

**司会** それはちょうどよくて、フロアからのご質問にも全く同じ質問がありましたので、岩本先生、お話をいただければと思います。

**岩本** ヨーロッパ諸国は各国の法制度を作り、さらにEU（欧州連合）はEUで共通のものを作ろうとしています。2015年3月にEUはドローン・リガ宣言を公表して、5つの法規制原則を設定しました。また、150kg以上のドローンについて、先ほど坂口さんのお話でありましたけれども、民間企業のFedExのような航空機による物流を無人機で行う近い将来に備えて、今、国際民間航空機関



(ICAO) という国連の国際機関が取り組んでおります。2015年3月には、「遠隔操縦航空機システム (RPAS) マニュアル」を策定しておりまして、2020年には大型無人機の世界的な基準にしようということです。

もう一つのドローン関連の国際機関に、国際標準化機関 (ISO) があります。これも、例えば中国のドローン、日本のドローン、アメリカのドローンが、それぞれ性能が違う、部品が違う、耐久性が違うとなると、輸入した場合にいろんな問題が発生します。そういう機体の基準を作ろう、標準化しようとの話し合いも行われています。ですから、国土交通省は今国内法を作っているのですが、その基準としての国際的な動向をウォッチ (観察・監視) しています。そして、なるべく世界標準の法律を作る、それも日本が世界に先んじて基準を作る。日本の企業も、外国の基準に合わせることはできるとは思いますが、日本の状況にあった基準の法律に合わせるほうがやり易くなります。

さらに、「道路交通条約」(1949年作成、1957年発効、1964年日本加入) があります。これは、自動車や道路交通に関する国際条約です。現在、自動運転車をどのように規制するかという問題があり、条約改正しないとだめだという議論があります。それと同じように、将来は無人機 (ドローン) に関する国際条約みたいな共通基準を作る動きが出てくるのではないかと推測します。

今、各国が、一生懸命、法制度を作っており、ヨーロッパはヨーロッパで法制度の共通化を図っております。日本がその動きに乗り遅れないような形で、世界の動きを横にらみしながら、法制度を作っているというのが現状です。

司会 ありがとうございます。

坂口先生、いかがでしょうか。

坂口 我々が空撮をメインに、プロモーションであったり CM の制作、そちらのほうにドローンを使用していることが多いので、海外の運用で一番問い合わせが多いのは、海外にドローンを持っていったときに、その国の法律はどうなっているんですか。そんなの全然わかりませんよね。例えばこの前、カンボジアにドローンを持っていきたいのだけだと言うた次の日に、ベルリンに持っていきたくてすけどとか、いろいろ問い合わせがあったんですけども、私の経営している会社が、この前、ベルリンのほうでうちのカメラマンが CM 撮影で行ったときには、もう現地のドローンの空撮業者さんに任せてもらってください。何かあって帰国できないであったりとか、そのドローンを知らずに飛ばして、その国の法律にのっとって空撮をすればいいんですけども、例えば逆にロサンゼルス在住の日系アメリカ人の方の問い合わせで、日本にドローンを持ってきたときにそのドローンを使うことができるんですか。それは使えません。テレマーク、技術適合マークというのがついてないと、空撮はできません。そのロサンゼルス在住の方が日本の国交省のほうに許可を申請するのは外国人はできるんですかとか、そういうふうな意見もいろいろあります。

わからない場合は外務省さんに聞いてもそういうことはわかりませんので、一番いいのはその国の

事業者、日本よりも圧倒的に空撮業者さんが多いので、中国であったりとか、その国の法律にのっとってされている事業者さんに任すというのが一番いいという答えを言っています。

あともう一つ気になるのが、やはりヨーロッパとアメリカ、中国とかなりの差が、日本のドローンの運用しているベースの差があいてきている。私の実感で2年から3年ぐらいは日本はおくれています。法改正も日本は厳しくしているほうだという話は聞くのですけれども、ヨーロッパ、特にデンマークなんかはものすごく厳しくて、一般の人がドローンを上げれるような状況ではないです。ただ、きちりと運用してドローンをされている方が多い。やはりそれだけ日本と海外のほうで差がついてきているというのは、ハード面です。ドローンのハードをつくるのが日本はできない。全て海外。大体今で日本は世界で29位から30位ぐらいです。当然トップはアメリカ、ロシア、フランス、あとはイスラエルとかももっと先進国で、韓国も既に大分上位にきています。日本はどんどん下に。

ただ、無人航空機の歴史で言えば、日本が初めて農薬散布で、さっきフェザーというヤマハ発動機がつくった農薬散布のヘリ、そんなのは全て日本が開発した。ただ、一般に普及させることができなかったというのが日本の最大の足踏みしている状況だというのが現状です。

**司会** ありがとうございます。岩本先生何かございますか。

**岩本** 八槨先生にお伺いしたいのですが、例えば、警察は違法なドローンを捕まえようとする場合に、ジャミング（電波妨害）で落とす、網を使って捕まえる、いろいろな方策があります。ある者がドローンにジャミング攻撃をしようとするれば、今度はドローンの機体が他の者に妨害されないように、また、電波がサイバー攻撃によってハッキングされないように、ドローン使用側は防止装置を工夫することになります。そうすると、ドローンの機体がだんだん進化して性能がよくなればなるほど、警察側（取締り側）としては捕獲や飛行停止させることがなかなか難しくなる。ドローン使用側と取締り側との「いたちごっこ」になるのではないかと前から考えていました。

ドローンが再び首相官邸へ飛んできたときにどうするのか。網を装着したドローンで不審ドローンを捕まえようとしても、その飛行速度が速くて、それに追いつかないかもしれません。警視庁は、2015年12月にドローンを取り締まる特殊部隊「無人航空機対処部隊（IDT, Interceptor Drones Team）」を作りました。どういうふうにして不審ドローンを取り締まるのが一番いいのか、ハッキングとの関係で安全対策をどうすればいいのか、考えてもよくわからないので、その辺のことを教えてください。

**八槨** ドローンが来たときにどうするかという話は幾つかあるというか、パターンがあると思うんですけども、まずまともなドローンが飛んできて、要するに違法改造されていないようなドローンが飛んできて、それが変なところに入らないようにするというパターン。これはおっしょりとおり落とす側が無理やり落とすアプローチをとっているといたちごっこが発生する。そこで私が考えているの

は、先ほどから話の出ている管制システムは多分同じような発想なのだろうと思いますけれども、警察なり、その場所を管理しているところから、ここは入ってきてはいけない、戻れ、あるいは下りなさいという信号をドローンに対して送れるようにしておく。先ほどからお話がありますとおり、ドローン自体はドローンの性能がある程度上がれば安全に下りるということは多分できるようになるはずなんです。だから、警察からの信号が来た場合、その信号に従って安全な場所に下りるという枠組みがどこかで必要になってくると思います。ただ一方で、警察から来た信号というのを偽造されるとハッキングの対象になりますから、そこはセキュリティ的に例えば暗号化技術をきちんと使って、警察の持っている秘密科技でなければつくれない信号を受信した場合、そういう技術はありますので、実際にはちょっと手前味噌ですが、そういう研究も私はしているんですけども、まずそういう形で、ここはだめだから下りろという命令をきちんと聞くドローンであれば聞く。

ただ、ドローンというのは自作もできますし、違法改造も当然あります。そういうのが来たときには、頑張って撃ち落とすしかないんじゃないか。撃ち落とすという言い方は変なんですけれども、下手に落とすと変なところに落ちますので、それはそれで難しい問題はあるんですけど、幾つかアプローチは試されていて、まず信号が切れるとともに戻るようなタイプに関しては、とにかく信号を切るというような機械を開発する業者もいれば、本当に網をかけるような、あれはどこでしたか、フランスでしたか、同様にドローンに網を持たせて、本当に取りにいくというやつとか、あとちょっと変わったところでは、鷺を訓練して、鷹狩りみたいなものです。鷺を訓練してドローンを捕まえさせるというようなアプローチを試している国もあるんだそうです。

ただ、答えはありません。本当に悪意があって突破してくるようなドローンをつくって悪いことをしてくるやつらには対応が難しいのですが、少なくとも無改造のドローンがちゃんと飛べる環境というのはつくってあげるべきなのかな。そこはたちごっこではなくて、きちんとセキュリティ的な技術で担保して、システムをつくっていくべきんじゃないかと私は思っています。ただ、それがうまくいくかどうかとか、そのシナリオで世界が動いているかという、ちょっとまたそういう動きは少なそうではあるという答えにしておきます。

**司会** どうもありがとうございます。会場の皆様から大変多くの質問をいただきました。

それぞれの先生方に1問ずつ選ばせていただきました。まず岩本先生ですけれども、免許制が成立するまでに時間がかかる場合、民間企業が保険制度を先に制定することで、ドローンに対するルール、常識というものを認識させて、それによって免許制と同様の効果を持たせるということは可能でしょうかという質問です。

**岩本** 実際、損害保険ジャパン日本興亜、東京海上日動、三井住友海上火災保険はドローン専用の保険を取り扱っております。ドローン・ユーザーの対物・対人賠償および人権侵害（プライバシー侵害）賠償の保険システムを作っております。今、免許制度そのものがまだまだ不完全であるし、登録制度

もまだまだですが、ドローン関連の事件・事故は起こります。その場合のカバーとして、既に保険制度ができています。ただ、これは事件・事故にどれだけ払うのかという事例があまりないので、リスク評価が損害保険会社としては非常に難しいです。賠償金を払い過ぎなのか、この事例だったらもうちょっと減らすべきなのかは、これから事例が積み重なって落ち着いていくと思います。そういう意味で、過渡期といえれば過渡期ですが、ドローンの法整備がまだ確立されていない段階では、とにかくドローン保険に入ることが奨励されております。

ガイドラインは、こうしなさいと義務付けしてはいませんが、保険制度に入っておくことが推奨されます。ご質問された方のおっしゃるとおりだと思います。

**司会** どうもありがとうございます。

多くのご質問はドローンに対する質問なんですけれども、グローバル公共財についての質問も承っております。吉田先生、登壇されていないのですけれども、ちょっとマイクをお持ちしますのでお答えいただければと思います。

「グローバル公共財をシミュレーションという数値解析によって研究していくということだけでも、具体的にどういう問題に適用できるのか」という質問ですが、いかがでしょうか？

**吉田** 既に日本評論社から『地球秩序のシミュレーション分析』という研究成果を出版しております。具体的には例えば通貨の安定とか、隣の国同士が戦争した場合どういう組み合わせがあるのかとか、どういう対立関係が解として存在するのかといったようなことをまとめております。これは、科研費の基盤研究Sの成果ですが、現在は、これを基礎とする次の展開、例えば本日のテーマのようなより新しい現実をいかに取り込んでいくかを模索中でちょっとシミュレーション分析そのものは中断している感じです。そんなところが現状です。

**司会** ありがとうございます。

次に、八槿先生への質問ですが、いろんな銃乱射事件みたいな無差別事件がありますけれども、ドローンを使って無差別攻撃されるということは起こり得るのではないかと。またそれを防ぐという方法はありますかというような質問です。

**八槿** ドローンを使った攻撃というのは、アメリカ軍がさんざんやっています。無人機で攻撃しているというのがあって、あれを問題はテロ組織がやってくるとどうなるかという話なんですけど、これは全力で撃ち落とすしかない。というと乱雑なんですけれども、一つは、そうは言っても、本当の攻撃用の兵器的なものをつくって運搬して運用するには、それなりのばれるリスクがある。少なくとも拳銃を持ち込むより攻撃用ドローンを持ち込むほうがちゃんとしたチェックシステムがあれば難しくなるはずなので、今後、そういうリスクが認識されれば、そういうものの運搬とか輸送、あるいは輸入

に関してきちんとした制度ができていくべきではないかと思うのですが、一般論としてそういうのが突っ込んできたら、まあ撃ち落とすしかないですねというのが答えになるんですが、本当はどうしたらいいのかわからないですね。

先ほど岩本先生からのご質問でもありましたけれども、ちゃんとしたドローンにとまれと言ってとまってくれるドローンだったらいいのですけれども、問題は、技術がだんだん普及するとともに、攻撃者がアンダーグラウンドでつくれてしまう機械になってしまうというリスクがある。これはどうすべきかというのは、少し安全保障上の話なんかも含めてきちんと考えていく段階がそのうち来るんじゃないかなと思っています。

ちょっと答えているような答えてないような言い方で申しわけないのですが、私のほうからはこういう回答にさせていただきます。

**司会** ありがとうございます。

最後に、坂口先生への質問ですが、コンクリートの劣化点検などでは打音検査というのが必要だと言われますが、ドローンだと今のところ目で見るという話になりますが、打音検査のような音を確認するようなことは可能なのかという質問です。

**坂口** 実際コンクリートの亀裂の確認の話だと思うんですけども、打音検査するドローンというのが既に出ています。どういうふうなものか。今、具体的な写真がないので口でご説明させてもらうのですが、まず先ほどの小型機、あれでは運用はできないですね。打音する機械を搭載しないといけない。ちょっと大型機になります。その大型機を全て金網みたいなので囲っています。囲う必要がなぜあるかと言えば、例えば木々を縫って行って、コンクリートにドローンを接触させます。橋脚の点検であれば、斜めになっていたりと、複雑な構造物なので、どういうふうにとこを叩く、上に叩く必要もあるし、左右に叩く必要もある。打音検査のほうはドローンを接触させずにすることはできません。今、開発とか実証実験が進んでいまして、大体1機150万から200万円ぐらいで販売されるという業者さんがあらわれてきています。そのドローンというのは詳しくはわからないんですけども、そういうふうな音を出して、それを収録して、地上と有線でつないで、下でその検査をしているのを聞くであったりとか、映像を見るということをやっている形で運用が始まっています。

そのドローンは、確実に接触してもいいような、羽根が当たらないような設計になっているので、見た目ドローンとはわかりません。何か網を2つくっつけたみたいなドローンが上に上がって行って、コンクリートに接触して、下の機械でパンパンと叩いて、有線で給電しながら、1時間、2時間ずっと飛んでいます。そういうふうなドローンは先ほどの私のパワーポイントで出したんですけども、測量の分野、検査、調査とか、そういう分野に入ってくる。今から確実に伸びていく分野であるというふうな認識をしています。もう既に金額も200万、300万あたりで出てきているのは事実です。

司会 どうもありがとうございました。

そろそろ時間がまいりましたので、総合討論・質問のセッションを終了させていただきたいと思います。

### 閉会の挨拶

司会 最後に、閉会の挨拶として岩本センター長からお願いいたします。

岩本センター長 1時30分から4時30分の長時間にわたりまして、講演及びパネル・ディスカッションを熱心に聞いていただき、また、多くのご質問をしていただきました。本来はご質問の1枚1枚にお答えしたいところが、時間的な余裕がなくて、このような形になりました。

ドローンは国内法にも国際法にもかわり、私たちにとってこれからもっと身近な問題になります。2年後の2018年に向けて、安倍首相（その時に首相かどうかわかりませんが）が言った目標に向かって各行政官庁が動いております。東京オリンピックの2020年には、もしかしたらドローンが日常茶飯事に飛んでいる状況があり、家に帰れば、ロボットがいて癒してくれる、そのような社会になるのではないかと。そのときに私たちは機械、ドローンとどのように共存共栄していくか。さらに、これからの将来、大学生が卒業するときには運転免許証とドローン免許証を取らないと一般の会社には就職できないという時代が来るのではないかと。そのために、京都産業大学も学生に対してドローン免許取得の課外講座を開くようになるのかなと、一瞬、思いました。

今後、「グローバル公共財研究センター」が皆様方にいろいろなテーマで話題提供並びに問題提起をお示ししながら、一緒に考えていきたい。大学はそういった問題提起の場でありたいと考えます。グローバル公共財研究センターもこれから頑張りますので、今後ともよろしくお願ひしたいと思ひます。

これで閉会のご挨拶とさせていただきます。どうもありがとうございました。（拍手）

司会 ありがとうございます。

本日は皆様、暑い中、お集まりいただきまして、どうもありがとうございました。これにて閉会とさせていただきます。どうもありがとうございました。



# Legal regulation and technological development as Global Public Goods: Perspectives on new industrial revolution that a drone drives

Seigo IWAMOTO  
Kazuo YOSHIDA  
Hirofumi YAMAKI  
Hiroki SAKAGUCHI  
Kazuya YAMAMOTO  
Shigeru FUJIMOTO  
Zhiwei CEN

## Abstract

This article is a lecture text of an anniversary symposium that was held to commemorate foundation of Kyoto Sangyo University, Research Center for Global Public Goods in July 2<sup>nd</sup> 2016 at Kyoto Sangyo University Musubi-Waza-Kan. In this symposium, we gave global perspectives in the process of new industrial revolution that a drone drives from each speakers' technical points of view.

**Keywords :** Global Public Goods, drone, industrial revolution, legal regulation, security

