

ドローンアーキテクチャ検討会

会議名	ドローンアーキテクチャ検討会第一回WG
日時	2020年12月9日（水） 16:00～18:05
場所	リモート会議
作成	PwCコンサルティング合同会社
出席者 (敬称略) (順不同)	<p>○座長 独立行政法人情報処理推進機構 デジタルアーキテクチャ・デザインセンター：南</p> <p>○委員 東京海上日動火災保険株式会社（以下、東京海上）：秋山 日本郵便株式会社（以下、JP）：伊藤 国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下、産総研）：岩田 株式会社ウェザーニューズ（以下、ウェザーニューズ）：小山 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（以下、JAXA）：久保 株式会社トラジェクトリー（以下、トラジェクトリー）：小関 グリッドスカイウエイ有限責任事業組合（以下、グリッドスカイウエイ）：齋藤 エアロセンス株式会社（以下、エアロセンス）：佐部 株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク（以下、JIW）：柴田 TMI総合法律事務所（以下、TMI）：新谷 KDDI株式会社（以下、KDDI）：杉田 日本無人機運行管理コンソーシアム（以下、JUTM）：鈴木 楽天株式会社（以下、楽天）：谷 日本電気株式会社（以下、NEC）：中台 東京大学（以下、東大）：中村 株式会社ゼンリン（以下、ゼンリン）：深田 ANAホールディングス株式会社（以下、ANA）：保理江 株式会社NTTドコモ（以下、NTTドコモ）：山田 株式会社センシンロボティクス（以下、センシンロボティクス）：吉井 株式会社NTTデータ（以下、NTTデータ）：吉井</p> <p>○関係省庁 内閣官房 小型無人機等対策推進室（以下、CS）：谷澤 総務省 総合通信基盤局 電波部 移動通信課（以下、MIC）：加藤 国土交通省 航空局 安全部 安全企画課（以下、MLIT）：久保、山村、松隈</p> <p>○オブザーバー 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、NEDO）：宮本</p> <p>○事務局 経済産業省（以下、METI） 製造産業局 産業機械課 次世代空モビリティ政策室：川上、伊藤、古市 商務情報政策局 情報経済課 アーキテクチャ戦略企画室：和泉 商務情報政策局 情報経済課：沼尻、辻本 独立行政法人情報処理推進機構 デジタルアーキテクチャ・デザインセンター：西沢 独立行政法人情報処理推進機構（以下、IPA） デジタルアーキテクチャ・デザインセンター（DADC）</p>

	PwCコンサルティング合同会社 テクノロジーコンサルティング (以下、PwC)
議題	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開催挨拶 2. アーキテクチャ検討の狙い 3. アーキテクチャ検討のプロセス 4. ドローン将来像と実現ステップ 5. 閉会挨拶
配布資料	資料1 20201209_第一回検討会議事次第 資料2 20201209_第一回検討会委員名簿 資料3 20201209_第一回検討会資料 資料4 20201209_第一回検討会議事録および追加意見 (本資料)

議事要旨 (議論のあった箇所を中心に記載)

1. 開催挨拶

- IPA南様、METI和泉様・川上様から開催の挨拶。質疑応答なし。

2. アーキテクチャ検討の狙い (資料3)

- (P.2_アーキテクチャ検討の狙い) 今回のアーキテクチャは全体の見取り図である。産業アーキテクチャと説明する時には、産業はあらゆるものから成り立っていると考える。例えば、技術や制度、環境整備、ビジネスを間接的に支えるものなど複合的に絡み合っている。(IPA南)
- (P.3_Society5.0とは) 我々はデジタル前提社会で生きている。Society5.0は情報革命の後のサイバーな世界とフィジカルの世界がうまく融合することで経済的な発展や社会的課題を解決しようとしているものである。デジタルを推進する中ではコロナが課題となっており、政府の動きとしてもデジタル庁で新たな施策を検討しようとしている。ドローンは中にコンピュータや通信機も入っているため、空飛ぶコンピュータという言い方もできる。空を飛ぶという付加価値はサイバーシステムとフィジカルシステムの正に間にある。他のロボットも3Dプリンタもそうだが、これからの社会を支えていく、インフラになっていくと言える。(IPA南)
- (P.4_人を中心としてCPSにより社会全体の構造が変わる) 共通項を導くことが重要である。サイバー空間の中でデータの共有・連携が進むことによってお互いのサービスの価値を上げる関係性になると、新しい価値の創造に繋がってくる。既存のサービスであっても、サービスを担う役割が、ヒトであったものがコンピュータになることで、ヒトがヒトらしいことに従事できる、サービスの品質向上に従事できるなど、社会全体の構造が変わってくることが考えられる。ドローンの事業者であれば、日々それを感じる体験をしていると思うが、それが当たり前となるということがSociety5.0である。(IPA南)
- (P.5_異なるシステムが繋がる「System of Systems」を意識する必要性) 垂直統合的にサービスが展開されることで、中で閉じた世界になってしまう。新たな価値が生まれるにもかかわらず、データが外に出ないという問題が発生する。中で閉じた世界にならないためには、「System of Systems」という考え方が重要になってくる。産業は多くのシステムから成り立っており、それぞれが細かい機能から成り立っているが、それを網羅的に考えることで、全体像が分かってくる。システムといってもコンピュータシステムや基幹システムだけでなく、ルールもシステムの一つかもしれない。そういったシステムがどのように関係すべきかを委員の皆様と議論することが、アーキテクチャの設計に繋がっていく。(IPA南)
- (P.6_参考: Society5.0に向けたアーキテクチャの例) 一つの例としてスマートシティの取り組みに対してリファレンスアーキテクチャが内閣府より示されている。レイヤー構造に奥行きがあるように見えるが、これはあくまでも都市や生きる環境などを統合的に見た時に、こういった分け方をすると都市全体を見た時に抜け漏れなく整理できるという、整理方法を示している図である。セキュリティ

イ・認証というあらゆるレイヤーに関わることや、データ連携、アセットといったサイバースペースで成り立ってくるもの、機能、ビジネスといった中間層など様々ある。レイヤー構造になることで、途中の機能が変化した場合でも、上下との関係が保たれ丸く収まるという特性がある。また、都市の中で、ある技術が刷新した、新しい技術が入ってきた時に、それを受け入れることができるという特性がある。したがって、洗練されたアーキテクチャができると、アーキテクチャの考え方に則って、機能や要素が刷新されても全体の形は変わらないという、ビジネスの継続性に寄与できると考えている。右図はスマートシティの例である。アセットを抽象化することで、上段・下段どちらから見ても一般的に理解を得られる図となっている。システムを構成する機能の実現方法が変化しても、機能ができる、という「境界面と機能」の並べ方がオペレーティングシステムの基本的な考え方である。ここにメタファーとして都市を置くことが、アーキテクチャモデルの発想、考え方になる。このようなものをドローン産業全体で見た時にどのように描けるか、ということはこの検討会を通じて議論したい。そのためには様々な目、価値観、考え方が必要になってくる。委員の皆様にはこの議論に参画いただき、日本が提示するドローン産業のアーキテクチャの設計にご協力いただきたい。(IPA南)

3. アーキテクチャ検討のプロセス (資料3)

- (P.8_自律移動ロボットWGのミッション) DADCには3つワーキンググループがあり、そのうちの 하나가自律移動ロボット分野である。多種多様な自律移動ロボットが活躍する社会を実現するためには、サイバーとフィジカルの連携によって信頼性と効率性を確保しなければならない。Society5.0が目指す世界観の実現に向けて、特に社会インフラという観点を踏まえてアーキテクチャの設計を目指している取り組みになる。(IPA西沢)
- (P9_自律移動ロボットの社会インフラアーキテクチャとは?) 多種多様な自律移動ロボットが活躍できる社会の実現に向け、社会的受容性を確保し、安心感と利便性が得られる社会インフラが必要である。本検討会では自律移動ロボットの中でも特にドローンに着目して検討していきたい。自律移動ロボットがあり、それを支えるソフトウェア、それをさらに支える法、規律、ガイドラインがある。それらをサービスとして社会に提供し、社会からデータを提供される、という仕組みづくりが必要である。(IPA西沢)
- (P10_検討体制) 産業界、研究機関、政府などと連携し、アーキテクチャ設計を推進していく。①各国のドローン施策の調査を踏まえて、社会的受容性や産業振興の在り方を検討していく。②ドローンの産業振興策・ガバナンスの在り方を関係省庁、自治体へ相談しながら進めていく。③ドローンの検討結果を自律移動ロボット全体へと展開していく。検討の結果は、Society5.0の実現に向けたデジタル市場基盤整備会議へのインプット情報となる。(IPA西沢)
- (P11_DADCの検討アプローチ) ①CPS(サイバーフィジカルシステム)の観点を持ち、②産業全体を俯瞰的に捉えるために技術、産業振興、ガバナンスの観点を持ちながら、進めていく。(IPA西沢)
- (P12_アーキテクチャ設計の全体プロセス) Phase1の一つである本検討会では①産業アーキテクチャ設計のプロセスの論点の確認②ドローン産業が目指す将来像・拡大期の認識合わせをする。その上で、Phase2の要求定義、Phase3のアーキテクチャ設計に取り掛かる。Phase4の社会実装が最も重要と考えている。今年度限りの活動ではなく、息の長い活動として委員の皆様と取り組んでいきたい。(IPA西沢)
- (P13_ドローンアーキテクチャの検討の進め方) 設計のインプットとしては、委員の皆様には事前ヒアリングした結果や独自で実施した国内・海外調査などの分析結果となる。それを踏まえて現状の課題を整理していく。その上で、トップダウンとボトムアップ両方のアプローチでアーキテクチャを設計していく。その際に、危険源・事象の特定、機械安全のみならず産業全体のリスクを検討した上で、サイバー/フィジカルで解決していくか、またはルールや制度で解決していくのかを、

要求定義し設計をすすめる。(IPA西沢)

- (P14_自律移動ロボット(ドローン)のアーキテクチャの仮説) 資料は完成版ではなく、案段階である。各レイヤーにパーツがあり、どのようなステークホルダーがどのような役割を持って、どのように運用すると産業が振興するのか、社会的受容性が得られるのかといった観点で、皆様のご協力をいただきながら描いていきたい。(IPA西沢)
- (P. 15-17_ドローン運用の機能分析①~③) 国内外で整理されている機能をボトムアップアプローチで整理した。ドローン機能や制度が何のために作成されたかをバックキャストしながら、ボトムアップ的に整理したものである。それを整理していくと、産業振興、社会的受容性(心理的・物理的観点のそれぞれ)の視点で様々な制度、機能が作られていることが分かった。(IPA西沢)
- (P18_機能分析のまとめ) ドローンの運用に関わる国内外での議論や海外で運用されている制度を整理してまとめると、「社会的受容性の確立」「産業の振興」が重要な論点として挙げられてきた。(IPA西沢)
- (P19_アーキテクチャ検討の進め方で議論したいこと) そのため、本検討会では、アーキテクチャの検討プロセスの認識合わせおよび検討の切り口について「社会的受容性の確立」「産業の振興」などの論点に関わる意見交換を実施させていただきたい。(IPA西沢)
 - 飛ばなければ安全ということがあるが、それでは産業は広がらない。いかに安全に取り組むかということが航空機の歴史であり、ドローンにも効率的に安全確保することが求められている。航空機事故は機械的な未熟さ、運航管理システムの不整備で発生していたが、その後はヒューマンファクターや外乱としての異常気象などが原因となっていた。また、対処していくトレーニングや気象情報の取得などで克服されてきた。最近では組織的な要因、つまり複雑化するシステムの安全管理が原因となる事故が原子力やプラントなどで起こっている。品質管理規定を行っているISO9000の中に組織管理という新しい仕組みが入ってきた。航空分野でもセーフティマネジメントシステムが取り組まれてきている。(JUTM鈴木)
 - 航空の独自の取り組みとしては、懲罰免責制度のもとで原因を究明するための事故調査に最も力を入れており、PDCAを回しているところである。墜落に対して、いかにフィードバックするかが重要である。そのため、日常的にデータを分析して安全につなげていく、事故の原因を事前に特定して対策する、リスクアナリシスやリスクマネジメントの考え方が入ってきた。これをドローンの世界に当てはめることが重要になっている。(JUTM鈴木)
 - ドローンのレベル4の実現に向けて機体の安全認証、操縦ライセンス、運航管理システムなどが挙げられるが、基準作りをパフォーマンススペースで行うということが最近の傾向である。すなわち、要求を満たすことを求めて、手段を問わないことである。リスクアナリシスを事前に行うことで、リスクを管理する。セーフティマネジメントシステムを組織的に安全管理することを求める必要がある。制度改正の中で、ドローンの事故報告を行う流れになっているが、航空では事故が起きそうであった場合もその経験を共有し合う安全通報制度が確立されている。これらをドローンの世界でも仕組化する必要がある。全米でもドローンのテストサイトが整備されたが、思い切った実証実験ができるように実験用の施設を日本でも整備する必要がある。福島にロボットテストフィールドがあり、活用することも重要である。(JUTM鈴木)
 - 安全基準を策定する際に、政府のみではなく、民間の経験や能力を活かしながら、新しい技術をスピーディに取り込み、作成していくことが重要であると考えている。(JUTM鈴木)
 - 安全基準の策定が政府のみの役割ではないということに同意する。(IPA西沢)
 - 社会的受容性と産業振興の両面が必要である。アーキテクチャについて話があったが、追加で時間軸の検討が必要である。レガシーと現在の観点か

アーキテクチャを設計する上で重要である。(AIST岩田)

- 社会的受容性と産業振興は素晴らしい切り口だと思う。新しい技術における産業振興は、「技術開発」と「法政策」が両輪だと考える。安全確保のための技術が開発されなければいけないし、同時に法政策による産業振興が必要である。安全審査を含めた規制が定められることは、法規制という制限が出来るともいえるが、民間から見れば「ここまでやっていい」ということを定義することにもなり、産業を振興する側面もある。そのため適切な法規制は、技術とともにスピーディに整えていかなければならない。米国が航空機の民間利用を進めたきっかけとして、事故が多く起きている段階でも郵便では積極的に航空機を使うことにしたことが挙げられる。これは、民間のビジネスに政府が一定の調達を保証することで産業基盤の安定を図る「アンカーテナンシー」と呼ばれるものでもある。ドローンで言えば、例えば、離島への薬配達はドローンを使うなどある自治体が宣言してしまうことも考えられる。社会的受容性の確立には、ITでいうところのナップスターモーメントのような流れが、ドローンにも今後やってくる。その時に会社は準備がされていなければならない。モーメントの起き方は分野によって様々で、一つの会社が爆発的にヒットする場合や、国がアンカーテナンシーする場合、人の目に慣れさせてメディアに露出する場合などがある。ヒトが当たり前だと認識しなければプライバシーなどの問題を解決できない。よって、社会的受容性と産業振興を視点とする方向性について賛成である。(TMI新谷)
- ドローンが世の中に普及するためには社会的受容性の確立が重要であり、一般的になっている。保険の観点では、「損害保険の仕組みの活用」「過去の事故の経験からリスクアセスメントの活用」の2つの観点で貢献可能であると考えられる。前者は、レベル4になると事故が生じた場合の責任の所在が不明確となることが問題である。現在のドローンでは自動車と同じく操縦者がいるため、責任の所在はドローンの操縦者である。自動飛行の場合は、メーカー、所有者、プログラミング業者などどこに責任の所在があるか不明なことが問題である。法律的には責任の所在が不明確な場合、保険が適用できないため、自律飛行ロボットの場合は、被害者救済費用特約が重要となると考えている。これは、まずは被害者への救済を行い、あとから賠償事案を行い、責任の所在を明確にするものである。また、自賠責保険をドローン運航するヒトに全て適用することが、社会的受容性の確立の近道であると考えられる。後者のリスクアセスメントについてはどれくらいのリスク量があるかを考慮することが重要である。そこでリスクの定量評価を保険会社は得意としており、実証実験の段階から想定するリスクの洗い出し、保険制度の算出の面で貢献できると考える。(東京海上秋山)
 - 産業全体という意味でのリスクアセスメントが必要になるので、今後知見を共有いただきながら設計を進めていきたい。(IPA西沢)

4. ドローン将来像と実現ステップ(資料3)

- (P20_ドローンの将来像と実現ステップ) 将来像の話は、アーキテクチャの設計においてどの時点の産業を想定するかが重要である。トップダウンで検討していくというアーキテクチャの検討プロセスをご理解いただきたい。(IPA南)
- (P21_ドローンの将来像) 様々な事業者の事業をイラストにしたものである。非常に確度の高い絵だと考えている。ドローンが空を飛び交い、運送の際は自宅などに共通的な環境が整備されている、プラントで人間が危険を犯して実施していたことをドローンに代替してもらい、ドローンポートとの接点でどのような共通機能が必要なのか、屋根の点検の際も写真の解析方法などが確立されておりスマート農業が日常のものになる、高さや運ぶものの違いなどミッションの違いはあれども、全体の秩序を作っていくことが将来像である。(IPA南)
- (P22_ドローンの将来像 目指す世界) 各国の事例や合同ヒアリングの結果を踏まえ、現状からSociety5.0の世界から5年くらいを目安に考えた場合に、大都市で第

三者の上空を自由に飛行する、空飛ぶクルマと空域を共有する、密度も鳥と同じくらい高密度になっていく、ことが考えられる。安全性の担保も制度、技術、環境、周辺ビジネスなどにより手厚くなっていく。セキュリティではIT、情報セキュリティが担保される。プライバシーへの対応策についてもある程度取られてくる。産業振興としては国内だけでなく、海外展開も行われ、日本で作られた丁寧で色々な配慮がされているサービスが海外に展開される。サービスとしては都市部の物流や、公共の警備、巡視点検が行われると想定している。(IPA南)

- (P23_「拡大期(2025年ごろ)」のレベル4運用のイメージ) 2030年からバックキャストした時のイメージが資料の絵になる。モバイルが上空利用し、空域を分けて有人機と無人機を取り扱い、飛行禁止区域が設定されているなどが考えられる。(IPA南)
- (P24_「拡大期(2025年ごろ)」に必要な機能イメージ) システムとしては既存の機能と同様の認証機能などがあり、補助情報を入れるサービスがあり、USSで事業者を管理する仕組みや、様々なものがデータとして繋がってくるのが想定される。これは仮のイメージであり、これ以外もあると考えている。(IPA南)
- (P25_「Society5.0(2030年以後)」の運用イメージ) Society5.0では航路がドローン用に設定されることが想定される。例えば、エストニアでは道路の上を航路として設定している。(IPA南)
- (P26_「Society5.0(2030年以後)」に必要な機能イメージ) 機能が分かれてきて、市場としても管理機能にバリエーションが出てくる。有人機向けの情報共有機能や、有人機からの情報共有なども想定している。(IPA南)
- (P27-29_将来における各機能のイメージ①~③) Society5.0の世界で起こることを整理している。これらを精査して、抜け漏れがない状態を作り、アーキテクチャ設計に入っていきたい。データ連携はStaticな情報提供だけではなくDynamicな情報提供になっていき、これまで以上に他のシステムとの連携が発生する。機体についてもマルチロータなど様々なものが混在し、重いものを運べるもの、長距離で運べるもの、数多くのタイプの機体が出現すると考えている。(IPA南)
- (P30_ドローンの将来像について議論したいこと) 2030年以後の将来像をまず議論させていただき、次にそこから少し手前の2025年頃の将来像を議論させていただきたい。委員の皆様のお取組などを踏まえてご意見いただきたい。(IPA南)
 - 保険の切り口では、データ連携は非常に重要である。保険会社の仕組みのみでは全体像のデータが集まらない。今後色々なデータがリンクして、機体のデータ、運航データ、天候データが集まってくるとリスク細分型の保険が可能となる。米国では時間単位で保険を買うなどが普及しており、結果的に安く運航できることになる。(東京海上秋山)
 - 我々が最終的に目指すものは、郵便配達バイクと同程度の当たり前の風景としてドローンが飛び交う社会を作りたい。様々なデータが連携され、手軽に配達員が配達先を指定するだけで、ドローンが配達してくれるという未来を実現したい。気になる論点としては、今後の物流分野での利活用拡大を考えた場合に、運送事業法などとの関係性がどのようになっていくのかという点がある。また、2030年度の絵姿でドローンハイウェイが記載されているが、今後エッジ側の処理が進んでいくと、ドローンハイウェイなくとも多数の機体が飛べるようになるのではないかと。むしろドローンハイウェイの議論は拡大期における議論なのではないか。(JP伊藤)
 - ①将来像を実現するために土台となる日本という国についてよく理解する必要がある。世界的に稀有な気象条件や上空利用や区域など、ネガティブ面・ポジティブ面を含めて日本という土台の知識を確実に備えておく必要がある。②2030年の拡大されたシステムは、サイバーの塊、ソフトウェアの塊であり、ソフトウェアの安全性がプログラマー個人に依存されることなく、誰が使用・作成しても広く安全なソフトウェア認証の土台固めが必要である。(AIST岩田)
 - ①気象：将来像の世界では、気象は既存の観測器だけではなく、飛んでいるドローンや周辺機器も含めて気象情報を相互に取得できる状況を想定し

ている。拡大期には地上の観測器をどのように生かすかが論点になる。②有人機：現在でも位置情報が不明などの問題があるため、将来像の世界ではリアルタイムで位置情報が把握できているとよい。拡大期にはドローンのミッションごとのアライアンスの中で位置情報を共有していくことが現実解だと考えている。（ウェザーニューズ小山）

- 2030年に向けて、JAXAとしては有人航空機、空飛ぶクルマ、ドローンのユーザーを全て許容できるような技術の実現を目指している。多種多様な航空機が増加することで、区域分離が難しくなる。区域を限定してもかえって混雑してリスクが増加することもある。日本は有人航空機が少ないため、今後発展していくべき領域であり、区分領域については何とか解決しなければならない課題である。例えばJAXAには「D-NET」という有人航空機の情報共有・動態管理システム技術があり、固定の空域ストラクチャー・航路に依らずダイナミックに交通管理することが可能であり、これらの技術がドローンの将来に貢献できると考えている。（JAXA久保）
- (P26_「Society5.0 (2030年以後)」に必要な機能イメージ) のフィジカルスペース側にドローン関係者がいないことを懸念している。システムや機体に何かしらの障害が起こることは不可避であり、ヒトの力に頼る場面が出てくると想定している。また、ドローンが電力設備に衝突したこと等に起因した停電事故が起きて、社会受容性が低下することのないよう、ドローン運航者と連携して事故防止を図りたい。（グリッドスカイウエイ齋藤）
- 将来像にたどり着くまでのプロセスとして、爆発的な普及を起こす仕組みがないことが懸念である。過去にメーカーで開発を担当していたが、急に先進的なロボットが作れるわけではないため、まずエンターテイメント向けとした。事業が成立する形で将来を見据えて刻んでいき開発を進めていくことが必要である。（エアロセンス佐部）
- 将来像としては全国10~20か所の地方自治体ごとにUTMが管理され、成功事例が出ていると想像している。現在、現場では産業用機体では危ないため汎用機を使ってしまうことが多く、運航管理システムに繋がらないという問題がある。現場は産業用機体を使わないことがほとんどであるため、それをどう乗り越えるかが課題である。システムのインターフェースは検討されているが、機体側のインターフェースにばらつきが生じているため、汎用的なシステムに繋ぐことができていない。機体のインターフェースを標準化していくことを提案したい。（トラジェクトリー小関）
- ユーザーという立場から話をすると、現時点では技術的な改良点が多く、どのように改良していくかが重要と考える。①カメラの精度が上がっていくにつれファイルサイズが大きくなっていることによる、通信帯域の強化が重要な問題である。②UTMでは手作業が多く自動計算可能な範囲が少ないため、インターネットにおけるBCP (Business Continuity Plan) のようなプロトコルは日本が世界に先駆けてやるべきだと考える。③風向を確認するためにドップラーセンサーを確認することがあるが、高さ方向10/20/30/40mでそれぞれ風向・風力が違う。そのため、2次元だけでなく3次元の単位で把握すべきだと考える。④無線トラフィックも議論に欠けていると思慮。SNR (信号対雑音比) も二次元だけでなく三次元で把握しなければ、無線が切れて大事故に繋がることも考えられる。数km×数kmの範囲になるとサービサーは把握できない。⑤DAA (衝突回避装置) の議論を日本においてもしっかりと実施していきたい。他の航空機や鳥が飛んで来ることがあるため、ぶつかる・ぶつからないなどの議論が必要である。⑥ドローンの運航管理をする場合に、1社のみで行わず産業全体でシェアすることも考えていただきたい。例えば、ドローンポートに入ってくる場合は、どの会社の機体であっても入ることが可能な共通的な方式を考えなければならない。充電の方式も同様である。UTM間のインターフェースやUTMとドローン間のインターフェースをどのように共通化するかが議論されないと産業が広がらない

と考える。(JIW柴田)

- 2030年には地上でも自律ロボットが走っており、航空でもドローンや空飛ぶクルマが現在の自動車のように当たり前になる社会になっていることが望ましい。技術的にも課題があるという話が挙げられていたが、拡大期は事故が多く起こることが想定されるため、事故調査を進めていき、事故が起きた時の責任の所在についてケースが積み上げられていることが、私のイメージする2030年に実現される世界である。(TMI新谷)
- 自律化とUTMで運航管理するという相矛盾するところを、どのようにして解消していくかが自動運転と決定的に違うところである。深層強化学習、モバイルエッジコンピューティングが普及していくと、遠隔作業がしやすくなる。2025年は、通信の信頼性も重要なポイントである。ドローンの電波ノイズも多いため、空における電波の利用を強固していくことが必要である。(KDDI杉田)
- ①プラットフォームの標準化は早めに進めておくべきである。②公共利用に取り組みなければビジネスとして成立するまでに時間を要する。そのため、自治体も含めて考えていく必要がある。③レベル4を制度化するが、これに適合できる機体は、ごく軽量の機体であるか、無人機という意味では認証済みの有人機を遠隔操作で無人化するかの世界であると想定している。現状のようなドローンが街中で第三者上空を自由に飛ぶという世界はSFに近い。(JUTM鈴木)
- 2030年は自動運転なども整備されてくると考えられるため、物流や人の交通がシームレスに動いている。2025年は、サービスを実施するにあたりデータ連携を重視して検討してかなければならない。(楽天谷)
- 2030年はドローンだけでなく、空飛ぶクルマ、有人ヘリ、AGV(無人搬送車)、フォークリフトなどが同じシステムで動いていることを想像している。どんな様態でも運航管理システムは同じであるので、共通化できる。ネットワークリモートIDが全てのクルマに搭載されていて、ナンバープレートがなくなっているかもしれない。その中でクルマ産業からのカネの流入がおり、技術開発が活発化している。2025年はドローンの商用化、空飛ぶクルマの飛行試験が行われている。(NEC中台)
- 標準規格化と自治体の参加の2点が重要である。ドローンの産業について社会が今後どのように変わっていくか、社会にシステムがどのように貢献するか、ということを考えていく必要がある。また、自治体がどのような権限を持つことで社会的受容性が高まるか、自治体の役割について今後議論できればと考えている。(東大中村)
- ①2030年の共同航路については賛同している。航路を作ることにより、ルールや流れを局所的に高度に制御できることに期待している。2025年はレベル3/4のドローンが地方で実現されていると想像する。その際には河川を共同航路にできないか検討している。3Dやデジタルツインと言われるように、3Dの空間情報が期待されていると認識しているが、コストがかかる。さらにリアルタイムで更新した場合、非常にコストがかかる。他の産業でも同じプラットフォームを使うことでコストをシェアすることも重要である。これはアーキテクチャの中で、機能を共同利用することも考えられる。(ゼンリン深田)
- 2030年では、人が乗ることが可能な空飛ぶ車などの航空業が発展していると考えられる。それらが運航するにあたって、自律的に運航されるとしてもヒトがある程度判断をすることになる。その判断の時に天候情報、ロボットの情報、位置情報などの情報が提供されることを考える。そのためデータの連携という観点と、コスト削減のための標準化という観点が必要である。(ANA保理江)
- ①通信事業者の観点：JIW柴田様のご指摘同様、空をエリア化することを自認して、投資を促すことで上空利用を活性化していく必要がある。②サービス事業者の観点：通信コストを払ってでもサービス事業者が収益を上げることが

可能な社会を実現しなければならない。例えば、自動販売機に通信モジュールを入れているのは、自動販売機へのリフィルが最適化されてコスト削減に繋がるためである。サービサーがコストを払っても事業の収益が確保されるという価値構造が健全なのではないかと考えている。(NTTドコモ山田)

- 2030年には、業務の変革が終了している状態と考えている。人間の作業を完全にロボットが代替することは不可能であるため、ロボットが得意なところはロボットに実施させて、それ以外を人間が行うという、役割分担ができてると良い。近い未来では、国が注力していくべきところはどこかが検討されていると考える。社会課題先進国である日本はイシュードリブンの考え方、つまり、ロボットが解決できる場所はどこなのか、という観点で考えていただきたい。(センシンロボティクス吉井)
- 2030年にはドローンが長距離化して、VFRで低高度を飛行するヘリ等のみならず空飛ぶクルマとも空域を共有するであろう。既存インフラである有人機のシステムとの連携についても検討の必要性が出てくると思われる。2025年では、ドローンが利用しやすい産業から利活用を進めていくことが重要である。2025年より前でもドローンが日常的に使われている世界を目指している。その実現案の中から課題を見つけることが求められている。プロジェクトリー小関様、JIW柴田様から発言があったように、機体やシステムにばらつきがありインターフェースが合っていない。例えば、高度の計算方法もメーカー、デバイスによって異なる。UTMの言葉の定義についても同様であり、同じ空域を共有するためには、同じ物差しで物事を見ていく場が必要である。(NTTデータ吉井)

その他、全体に関する意見

- (P26_「Society5.0 (2030年以後)」に必要な機能イメージ) 右側に、サービスの例が挙げられているが、その中に災害対応を組み込んでいただきたい。(グリッドスカイウェイ齋藤)
 - 自治体から依頼され災害現場でドローンを飛行させることが多々あるが、有人機との関係や刻一刻と変化する情報を如何に集約していくかという点において重要と認識している。追加を検討させていただく。(IPA南)
- どのようなメリットが将来像の実現によって得られるか、という視点を強調しなければならない。例えば、クルマよりも環境負荷が少ないことによるCO2削減などのエネルギー問題解消もメリットの一つである。(JUTM鈴木)
 - Society5.0は上記が非常に重要な観点であり、データ連携をすることによる全体効率・全体最適の実現が求められている。様々なソリューションの中から最適なソリューションを選択する際の判断軸として、得られるメリットは重要な観点であるため検討させていただく。(IPA南)
 - サービサーの立場からもメリットは非常に重要である。新たな手段が既存の手段よりもどのようなメリットがあるのか、例えば、既存のバイク便と比較した際にドローンによる運搬はどのようなメリットがあるのかなど、メリットを議論していかなければ社会実装に繋がらない。現状、オーソリティの視点が欠けていると考える。(センシンロボティクス吉井)
 - ヒアリングのレベルか、議論のレベルかという粒度はあるが、あらゆる観点で知見を収集することは重要と認識している。今後オーソリティの視点も含めて知見を収集していきたい。(IPA南)
- 本検討会の最終的なアウトプットイメージを改めてご説明いただきたい。(MLIT松隈)
 - (P14_自律移動ロボット(ドローン)のアーキテクチャの仮説) 産業全体に必要な要素を仮に整理している。これをブラッシュアップしていくことがアウトプットの一つである。また、アーキテクチャを検討するプロセスをホワイトペーパー、報告書として公開していくことも想定している。関連省庁や業界団体、国際的な委員会に対しての連携可能性や意見交換・提

言も検討していきたい。(IPA南)

- 報告書はいつ公開されるか。今年度の目標は、将来像の認識合わせと論点の確認であると認識しているが齟齬はないか。(MLIT松隈)
- (P12_アーキテクチャ設計の全体プロセス) 本検討会の議論踏まえて論点の具体化を2月の第2回検討会で実施する予定である。今年度の目標は、将来像や目指すべきゴールの姿を示すことである。今年度以降は、アーキテクチャに関わる個別の要求定義を実施していき、設計を実施する予定だが、これには数年かかると想定している。2022、23年頃に社会実装は実現されるイメージである。(IPA南)
- アーキテクチャの議論がドローンの供給側に偏っている印象がある。自治体をはじめとした利用者サイドのメリットを考え、利用者サイドのアーキテクチャの中にドローンのアーキテクチャを融合していくなどの観点があると良い。また、社会的受容性の観点からも、少なくとも当面の間は自治体の協力が求められる局面が続くのではないか。(CS谷澤)
- 通信電波についてはドローンを飛行する際に必要な要素であると認識している。これらの要素も本検討会や今後のアーキテクチャ設計において引き続き、議論させていただきたい。(MIC加藤)
- 2030年の未来像が重要であると認識している。一民間企業では実施困難な大がかりな実証実験をALLJAPANで取り組んでいる。実用化の谷を超えていくために、引き続き実証事例を作っていくながら、実証の成果については可及速やかに公開させていただく。ISOTC20FC16といった国際規格についても、引き続き皆様と議論しながら標準化を進めていきたい。(NEDO宮本)
- 本日の議論を引き続き実施しながら具体的な検討を進めていきたいと考えている。委員の皆様には引き続きご協力いただきたい。(METI伊藤)

5. 閉会挨拶

- IPA南様から開会の挨拶。質疑応答なし。

検討会後の追加意見

検討会後に当日の各議題について追加意見を募集した。頂いた意見を下記に記載する。

議題3. アーキテクチャ検討のプロセス

- (P. 15-17_ドローン運用の機能分析①~③)
 - 「事業者を増やす - 事業を効率化する - 事業開始時の住民説明の効率化」とあるが、ここについては、非常に重要な論点と認識している。社会的受容性の確立とも連関する話であり、この点については、当然各事業者の責任で、理解を得ていくことが最重要である。特に、今後の本格的なドローンの普及・拡大期においては、各自治体の協力体制がどの程度充実しているか、どの程度動いてくれるか、が非常に重要なポイントとなる。したがって、例えば「各自治体による支援体制の充実」等の記載が良いと考える。当然、自治体の業務煩瑣にならないよう、どの自治体でも共通して参考可能な住民説明のフレームワークやガイドライン作成も前提として必要である。(JP伊藤)
- (P18_機能分析のまとめ)
 - 「社会的受容性の確立」「産業の振興」は重要な切り口であるが、基本的には国内の需要を確実に伸ばして、この内需を持って国内産業を育成していく戦略だと考える。レベルの高いユーザーを育成する中で特殊な市場や制度を形成してしまうとその後グローバルな発展に置き去りにされる可能性も生まれてしまう。「グローバル化」という観点も考慮しておくべきである。(エアロセンス佐部)

議題4. ドローン将来像と実現ステップ

- (P23_「拡大期(2025年ごろ)」のレベル4運用のイメージ)
 - 特定の分野においては、ドローンの普及率が100%に近くなって、既存の業

務の置き換えが進んでいる。高いシェアを持った企業が積極的な投資や海外進出を行うことで用途開拓や技術革新が進み、産業全体で好循環に入ること

- ことをイメージしている。(エアロセンス佐部)
- (P24_「拡大期(2025年ごろ)」に必要な機能イメージ)
 - 有人航空機の「高度による空域分離」とあるが、これは下記のような現状を考慮すると、対策として現実的では無い。既存の有人航空機には最低安全高度が定められており、人口密集地域では高度300m以上、人口が少ない地域では150mである。ただし「人又は家屋の無い地域及び広い水面の上空」では、有人航空機は地表・水面付近まで降りてくることが許容されている。ドクターヘリ等、救助目的等でも低高度を飛行出来る。有人航空機との干渉は将来課題という意見も一部あるが、これは既に存在する課題である。我々はこのような課題認識の下、研究計画を検討しており、有人機、ドローン、空飛ぶクルマの調和が、ドローンの産業アーキテクチャの中の一つの重要課題であると考え。(JAXA久保)
 - (P27-29_将来における各機能のイメージ①~③)
 - 現在、ドローンの配送管理システム(配送管理とフライトのステータス共有やタイムマネジメントを実施するシステムであり、QGroundControlやUTMとは異なる)を作っている。今回検討しているアーキテクチャが2025年、2030年に実装された場合、そのAPIと接続することで様々な情報が取得できて、ドローン産業の振興に繋がり安全にも資するものになり、将来的には事業者にとっても大きなメリットが生まれるものになると思っている。一方で、事業者としてはそういった未来を見据えつつ、足元でも動いていかねばならない。現状既に生じている課題に対し解決可能な機能を早い段階で実装することによって、利用したい事業者が増え、インターフェースの早期共通化に繋がっていくと考える。例えば、現状ある課題とそれに対する解決策としてシステムに期待する機能を4つ挙げる。
 - ① 課題：上空の電波強度・電波品質の調査費用が高額である。
期待する機能：キャリア側と連携し網羅的かつ安価に電波調査でき、事業者が即座に知ることが可能な機能。例えば、過去に調査したエリアやその実績などをシステムに保持しておき、事業者が閲覧出来るようにするなど。
 - ② 課題：電波調査した結果、問題ないエリアであっても、実際にフライトさせるときの時間によってはLTEの速度が出ないときがあり、正確な電波状況を確認できない。
期待する機能：通信キャリアからエリアごとにリアルタイムでUpload/Downloadの予測情報が連携され、当該情報を事業者も利用可能な機能。
 - ③ 課題：地上ではあまり風が強くないが、上空では風が強いことがあり、それを計測する手段がない。現状、実際にドローンを飛ばしてみてピッチ角やロール角が傾きすぎていないか、計画通りのスピードが出ているかなどで判断するしかない。
期待する機能：上空の風速を計測可能なソリューションとシステムが連携され、事業者にも上空の風速状況がわかるようになる機能。
 - ④ 課題：地図情報について、オープンマップでは品質が低く、品質が高い地図は高額である。
期待する機能：品質の高い地図情報を安価に事業者が使用できる機能。アーキテクチャのロードマップに含まれるものの中で、更に足元の課題を解決できるような機能を早めに作り、サンドボックス環境なども公開して事業者が接続したいと思わせるような状況を作ることができれば、検討が更に活性化すると考える。(ANA保理江代理・高塚)

以上