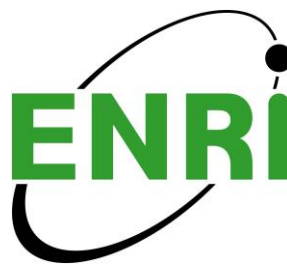


空港周辺における AAM の飛行に関する将来展望

Future Outlook: AAM Flights in the Vicinity of Airports

第 1.0 版 令和 6 年 12 月 3 日

(国研) 海上・港湾・航空技術研究所 電子航法研究所



序文

電子航法研究所は主に、既存の民間有人航空機(特に IFR で飛行する航空機)の ATM/CNS を対象とした研究所である。しかしながら、近年の小型無人航空機や AAM の登場を受け、数年前からこれらの次世代航空モビリティを対象とした研究開発にも取り組んできた。次世代航空モビリティにおいては、機体そのものの研究開発が最も活発に行われているが、弊所ではこれまでの、有人航空機の交通管理や監視通信の知見を活かし、次世代航空モビリティの ATM/CNS に類する研究開発を行っている。特に、AAM は小型無人航空機と異なり、機上に人が乗る有人航空機であることから、その ATM/CNS は弊所が積極的に取り組むべき研究対象であると考えられる。AAM は既存の航空機と同一空域に混在することも考えられているため、既存航空機の安全や効率を保ちつつ AAM の実現に貢献することが、弊所における AAM 導入における役割であると認識している。そのような経緯から、弊所では令和 5 年度より「次世代航空モビリティの運用環境構築に関する研究」というプロジェクトを実施してきた(図 1)。本文書は当該研究プロジェクトの成果の一部であり、AAM に関する研究成果を広くステークホルダーに共有することを目的にするものである。

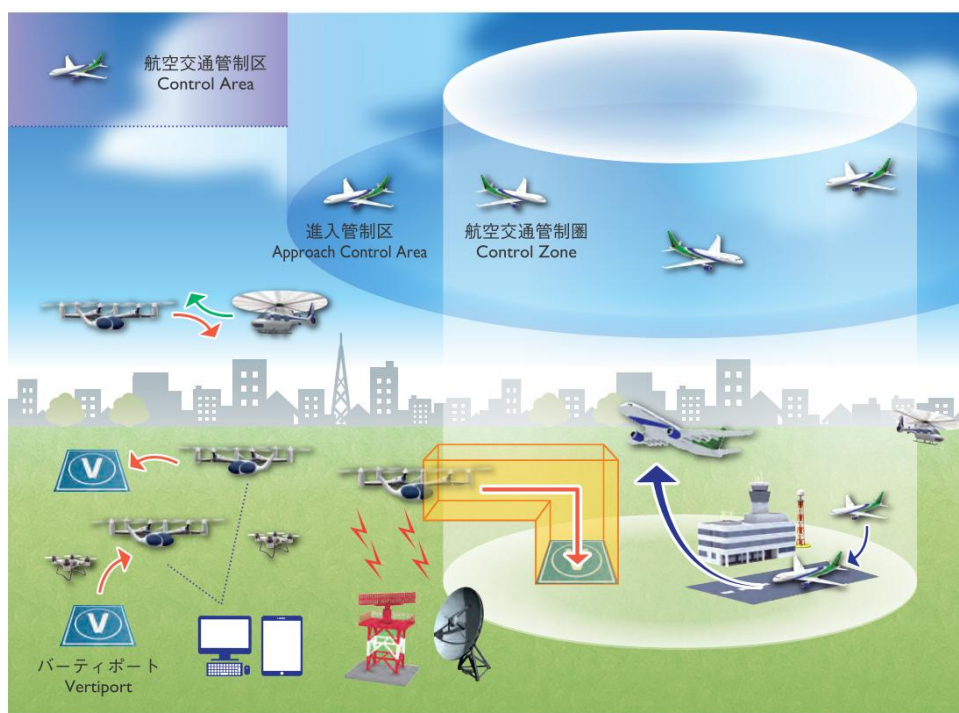


図 1 次世代航空モビリティの運用環境構築に関する研究のイメージ図

文責：(国研) 海上・港湾・航空技術研究所 電子航法研究所
航空交通管理領域 虎谷大地，平林博子

目次

1. 本文書のフォーカス・検討方針	3
2. 本文書の位置づけ	4
3. 既存の空域	5
4. 課題の整理	7
4.1. 離着陸の場所と運用	7
4.2. IFR 機との交差	8
4.3. CNS	9
4.4. 不測の事態における運用計画	9
5. 将来の方向性	10
5.1. 離着陸の場所と運用について	10
5.2. IFR 機との交差について	15
6. まとめ	17
謝辞	17
補遺 1. 参考文献	18
補遺 2. 略語・用語	19

1. 本文書のフォーカス・検討方針

本文書執筆時点において、研究開発の目的以外で飛行可能な AAM は存在しない。また、AAM の機体の明確な定義も存在しないが、本文書では概ね、以下のような機体を想定する。

- ✓ 耐空証明を受けている。
- ✓ 主に電動である。
- ✓ ベクタードスラスト型やマルチコプタ型といったタイプを含み、VTOL 機能を有する。
- ✓ 既存航空機に比べて低高度を飛行する。
- ✓ 初期的には機上に操縦者が搭乗するが、遠隔操縦や自動操縦も検討されている。
- ✓ 初期的には VFR で飛行するが、AAM のための飛行方式の導入も検討されている^[1]。

AAM のような新たな対象を検討するためには、そのニーズの調査やユースケースの検討が不可欠である。それらの調査検討は本文書のフォーカス外であるが、様々な組織や会議体によって実施されている（例：空の移動革命に向けた官民協議会、ユースケース検討会）。本文書では、特にニーズの高いユースケースのひとつとして、空港への交通サービスを想定する。本ユースケースにおいては AAM が空港または空港近傍へ行き来することから、AAM が、既存航空機と同一空域に混在する可能性が高い。空港への交通サービスの文脈においては、主にビジネスの観点から以下のような飛行ニーズが存在する。

- ✓ 空港、またはその近傍への乗り入れ
- ✓ 高密度運航
- ✓ 夜間・悪天候時における飛行

本文書ではこの内、特に「空港、またはその近傍への乗り入れ」にフォーカスする。本文書の貢献は主に、既存航空機や航空管制の観点から、AAM が空港に乗り入れるにあたり考えられる課題を整理すると共に、それらの解決策としていくつかの方向性を提示することである。今回対象とする空港周辺や低高度は地域特性が強く、特定のエリアへの導入を考える際には、対象となる空港や周辺空域の状況をよく考慮した上で、適切な AAM の運用環境を構築しなければならない。加えて、航空機の運用環境を短期間で大幅に変更することは難しく、AAM と既存航空機が共存する環境を構築していくには、時間をかけて段階的に変更を加えていく必要がある。そのため、本文書では最適な唯一の解を模索するのではなく、実現性の高い選択肢を複数提供することを目標とする。

AAM の発展ペースについては不確実な要素が多いが、本文書は 2030 年代以降からその先の、AAM の飛行数が増加すると予想される時期を想定する。ただし、AAM を取り巻く環境は日々変化しているため、本文書は今後の更新を前提として書かれている。AAM の運航が始まり前述の想定が明確になることで、本文書の議論も明確化していくと期待される。

2. 本文書の位置づけ

本文書は、AAM が空港、またはその近傍へ乗り入れるにあたり、将来的にどのような方向性があり得るかを提案するものである。このような文書は最近、特に次世代航空モビリティの文脈において、ConOps と呼ばれる文書として様々な組織から発行されている^[2-4]。ConOps とは、新たな製品やシステムを提案する際のビジョン、アイデア、考え、イメージであるコンセプトが、どのような処理（operation）を行うかを表すものである^[5]。コンセプトとは、どちらかと言えば静的に記述されるものであるが、ConOps はコンセプトの動的な作用を記述することで、そのコンセプトの実現により、どのような処理が実現されるかを示す。具体的には様々な形式で表現することができるが、次世代航空モビリティの文脈ではシステムアーキテクチャとして記述されることが多い。ConOps は基本的に、何らかの製品やシステムを提案する主体が、ステークホルダーに対して自身の提案を共有する目的で発行するものである。

本文書の内容は、ConOps で示されるようなものも含むが、弊所は研究機関であり、AAM の運用等を実際に担っていく組織ではない。一方、研究機関として、研究対象である AAM の運用環境がどのように発展していくかを見通すことは重要であり、またその見立てには、弊所の知見を大いに活用できる部分もあると考えている。そこで本文書は、将来の AAM の運用環境をこのようにしていきたいという ConOps ではなく、このような形が考えられという意図を込めて、将来展望（Future Outlook）と銘打っている。

本文書が日本における AAM の ConOps を補強し、ステークホルダー間の認識共有や研究開発を促進することで、将来の AAM の運用環境構築に貢献することを期待する。

3. 既存の空域

AAM の空港，またはその近傍への乗り入れについて議論するにあたり，既存の空港周辺の空域について概観する．

図 2 は，日本におけるある程度の交通量がある架空の空港と空港周辺の空域を表している．1 本の滑走路を有しており，風向きによって一方へ着陸，もう一方から離陸となるが，一般的に航空機は上昇経路より降下経路の方が低くなり，また AAM は既存航空機と比べて低高度を飛行するので，AAM と既存航空機の干渉を考えるとという観点から，干渉が発生しやすい既存航空機の降下経路のみを両側に描画している．空域の構成は典型的なものを模擬しており，航空交通管制圏，特別管制区，進入管制区で構成されている^[6]．

✓ 航空交通管制圏

空港に離着陸する航空機の安全のために設定される空域であり，IFR 機間，IFR 機とスペシャル VFR 機間，スペシャル VFR 機間に管制間隔が設定される．VFR 機には管制間隔は適用されないが，交通情報が提供される．ICAO の空域分類における Class D に相当する．

✓ 特別管制区

管制機関から許可された場合を除き，IFR で飛行しなければならない空域．特別管制区によって，すべての航空機間，すべての IFR 機間に管制間隔が設定される．ICAO の空域分類における Class B/C に相当する．

✓ 進入管制区

ターミナルレーダー管制業務が提供される空域．ICAO の空域分類における Class E に相当する．

ただし，実際の各空域の細かな形状は空港ごとに異なる．また，空港周辺の空域構成は国によっても異なり，特に，特別管制区に相当する空域は海外では円柱形であり，全体としてウェディングケーキを上下反転させたような形状をしていることが多い．

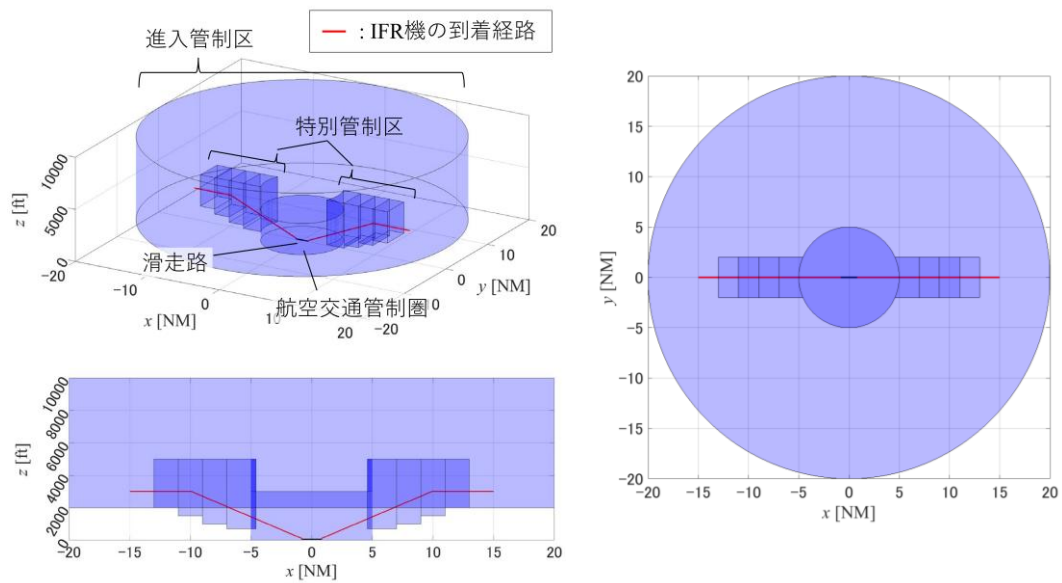


図2 日本における典型的な空港周辺空域の構成
(左上：鳥瞰図，左下：正面図，右：平面図)

4. 課題の整理

AAM が空港周辺を飛行するためには、様々な課題を解決する必要があると考えられる。それらの課題を以下に挙げると共に、論点を整理する。

4.1. 離着陸の場所と運用

「1. 本文書のフォーカス・検討方針」で述べたように、空港、またはその近傍へ AAM が乗り入れたいというニーズが存在する。空港への乗り入れとして、滑走路や既存のヘリパッド（ここでは、空港内にあるヘリコプタの離着陸地点を指す。）の利用と同時に、空港敷地内、または空港敷地近傍にバーティポートと呼ばれる AAM のための離着陸場を新設することが検討されている。その場合、航空交通管制圏へ入る必要があるが、現行のルールでは、航空交通管制圏へ進入する際は、管制機関の許可、すなわち管制官の許可を得る必要がある。このような制約を解消するために、UAM コリドーと呼ばれるコンセプトの活用が期待されているが^[7]、UAM コリドーはあくまでコンセプトであるため、具体的な実装についてはより詳細な議論が必要である。

このように、AAM が空港に乗り入れるには、どこに、どのように離着陸するかによって、主に既存航空機の運用ルールに関連する様々な制約が発生する。それらを解決する方向性はいくつか考えられるが、空港の状況は空港ごとに異なるため、全ての空港に適した解決策があるわけではない。複数考えらえる解決の方向性を検討し、対象空港に適した、既存航空機の運用と AAM のニーズを両立する仕組みを議論する必要がある（図 3）。

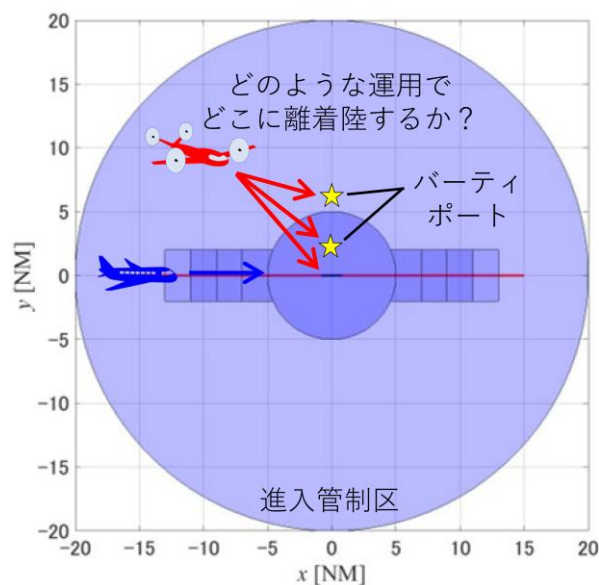


図 3 離着陸の場所と運用に関する課題

また、パーティポートそのものについては国内外で現在議論が進められている最中である(例えば, 参考文献 [8] を参照されたい.) ため本文書の対象外とするが, その詳細はAAMの空港乗り入れの方法にも影響するので, 今後両者の検討をすり合わせていく必要がある。

4.2. IFR 機との交差

AAM が空港近傍へ乗り入れ可能な場合, AAM が様々な方角から空港近傍へ離着陸することになる。航空交通管制圏と特別管制区の外側であれば, 進入管制区の下は非管制空域であるため, AAM が比較的自由に飛行することができる。ただし, 空港近傍の敷地は一般的に限られているため, 無制限にパーティポートを設置することは難しく, パーティポートを一カ所に集約する場合, AAM の飛行経路が, IFR 機の飛行経路と高度差をもって交差する場合が発生する。本文書ではこのような状況を AAM と IFR 機との交差と呼ぶ。

IFR 機は基本的に定められた経路に沿って飛行するが, 着陸復行等の可能性もあり, IFR 機と AAM がコンフリクト¹せずに交差するための仕組みが必要である。特に, 交差が発生し得るポイントにおいては管制官による監視やコンフリクトの解消が必要となるが, 空港周辺における管制官の負荷は現状でも相当高く, AAM の導入による負荷の増加は許容できない懸念がある。そのため, 管制官の負荷をできるだけ増加させずに, 両者が交差可能な仕組みを議論する必要がある (図 4)。

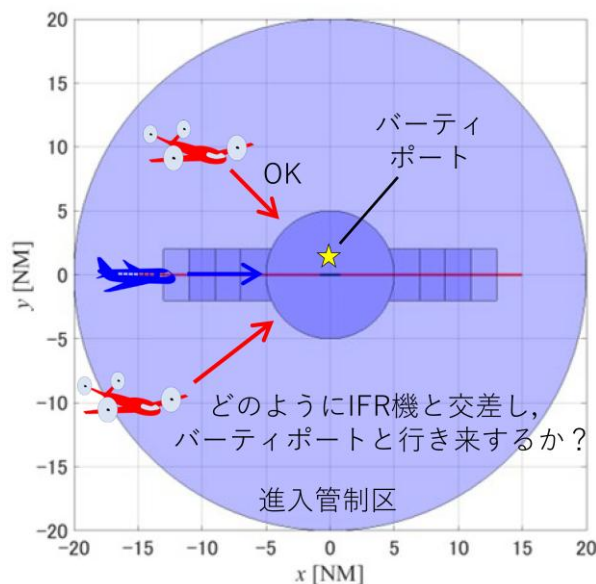


図 4 IFR 機との交差に関する課題

¹ 航空機間の距離が, 定められた管制間隔を確保できていない状態。

また本文書では、単純な滑走路 1 本の架空の空港を用いて議論を進めているが、滑走路構成が異なる（2 本平行、2 本交差、平行滑走路 2 組等）と状況がより複雑になり、検討結果も変わってくると予想される。加えて、滑走路が 1 本であっても滑走路運用は風向きによって変わるので、より現実的にはこの影響も考慮する必要がある。

4.3. CNS

AAM の運用環境の議論においては、AAM とその周辺を飛行する航空機のカNS 環境の議論が欠かせない。AAM の CNS についてはまだルールが定まっていないが、本文書では既存の VFR 機程度の装備品（航空無線、トランスポンダ等）に加えて、ADS-B out を装備しているものと想定する。仮に、そのような CNS の前提では将来的な運用上の課題が解決できない場合、新たな CNS を導入することにより運用上の課題が解決できる場合もあると考えられる。新たな CNS としては、AAM の機上装備品も考えられるが、その他にも地上の監視装置や、周辺を飛行する他の航空機の装備品も考えられる。ただしどのような CNS であっても、その導入には時間やコストがかかるので、実現したい運用環境を明確にしつつ、導入可能性の高い CNS の構成を選択する必要がある。

4.4. 不測の事態における運用計画

AAM に限らず、新たな運用方法を導入する際は、不測の事態における運用計画を予め検討しておく必要がある。特に AAM に関しては、以下の点について、既存航空機よりも詳細な議論が必要であると考えられる。

- 管制官との通信：AAM は管制負荷軽減や既存航空機への影響抑制の観点から、通常時は管制官との通信量を抑え、既存航空機とできるだけ分離する運用方法が検討されている^[2]。しかし不測の事態が発生した際には、管制官との通信確立手順や、周辺航空機と協調した安全確保手順が必要となる。
- CNS：AAM の将来的な遠隔操縦や自動操縦に向けて、CNS の更なる活用が期待されている。高度な CNS を前提とした運用では、例えば GNSS の測位精度低下等は飛行の継続に大きな影響を及ぼすので、運用の前提となる CNS に応じた計画が必要である。
- 代替離着陸場：AAM は主にバッテリーによる電動が想定されており、既存航空機より飛行可能時間が短いとされている。また想定されるユースケースによっては、都市上空を頻繁に飛行することも考えられている。そのため既存航空機に比べて、より綿密な代替離着陸場の検討が求められる。

5. 将来の方向性

本文書では整理した課題の内、「4.1. 離着陸の場所と運用」と「4.2. IFR 機との交差」の将来の方向性について議論する。これらの課題についていくつか解決の方向性を示すが、それらの方向性はどれかひとつが採用されるべきというものではなく、対象とする空港の交通状況や導入時期によって、それぞれの状況に適したものが選択されるべきものである。また、あくまでも現時点の本文書の仮定に基づく提案であるため、今後の議論によって内容が変わる可能性があることに留意されたい。

5.1. 離着陸の場所と運用について

AAM が空港、またその近傍へ乗り入れるにあたり、実現可能性のある方向性を 3 つ示す。これら 3 つの方向性の間には、制度的・技術的な実現へのハードルと、AAM のニーズに合致しているかの間に一部トレードオフの関係がある。

(i) 航空交通管制圏外にバーティポートを設置

AAM に対する飛行ニーズとしては、できるだけ空港の近くに離着陸することが期待されている。しかしながら前述のように、航空交通管制圏内の飛行は制約が多く、高密度運航とは相反する可能性がある。そのため、特に航空交通管制圏内が混雑していたり、空港近傍の土地に余裕が無かったりする空港においては、航空交通管制圏の外にバーティポートを設置し、空港とバーティポート間を二次交通で接続するという方向性が考えられる（図 5）。空域の観点では、この場合 AAM は非管制空域のみを飛行すればよいので、既存航空機や航空管制にほとんど影響を与えることなく実現可能であり、高密度運航のハードルも低くなる。ただし、空港とバーティポート間を二次交通で接続する必要があるため、利便性の低下や二次交通の実現可能性といった別の課題が発生する。

参考例として、福岡空港と奈多ヘリポートが似たような状況にある（図 6）。福岡空港は過去、IFR 機に加えて多くの VFR ヘリコプタが離着陸を行ってきたが、IFR 機の増加によって VFR ヘリコプタの運用に支障が出たため、2020 年に奈多ヘリポートが開設された。奈多ヘリポートは福岡空港の特別管制区の下ではあるが航空交通管制圏の外側にあり、福岡空港に離着陸する IFR 機への影響を最小限に抑えつつ、ヘリコプタの運用をすることが可能となっている。

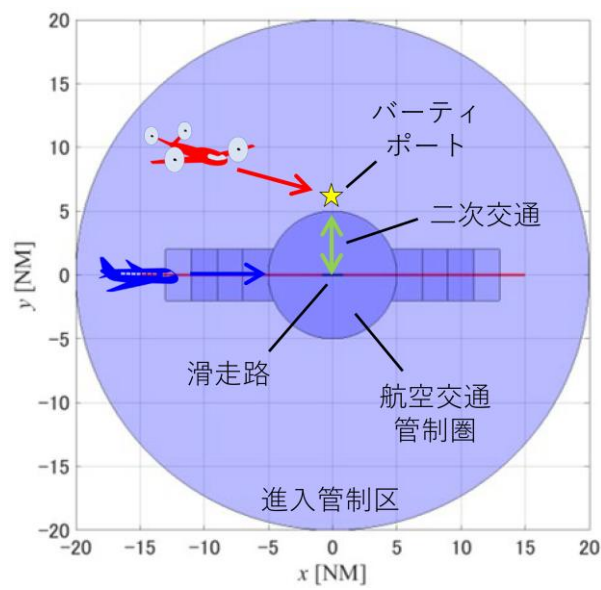


図5 航空交通管制圏外にバーティポートを設置

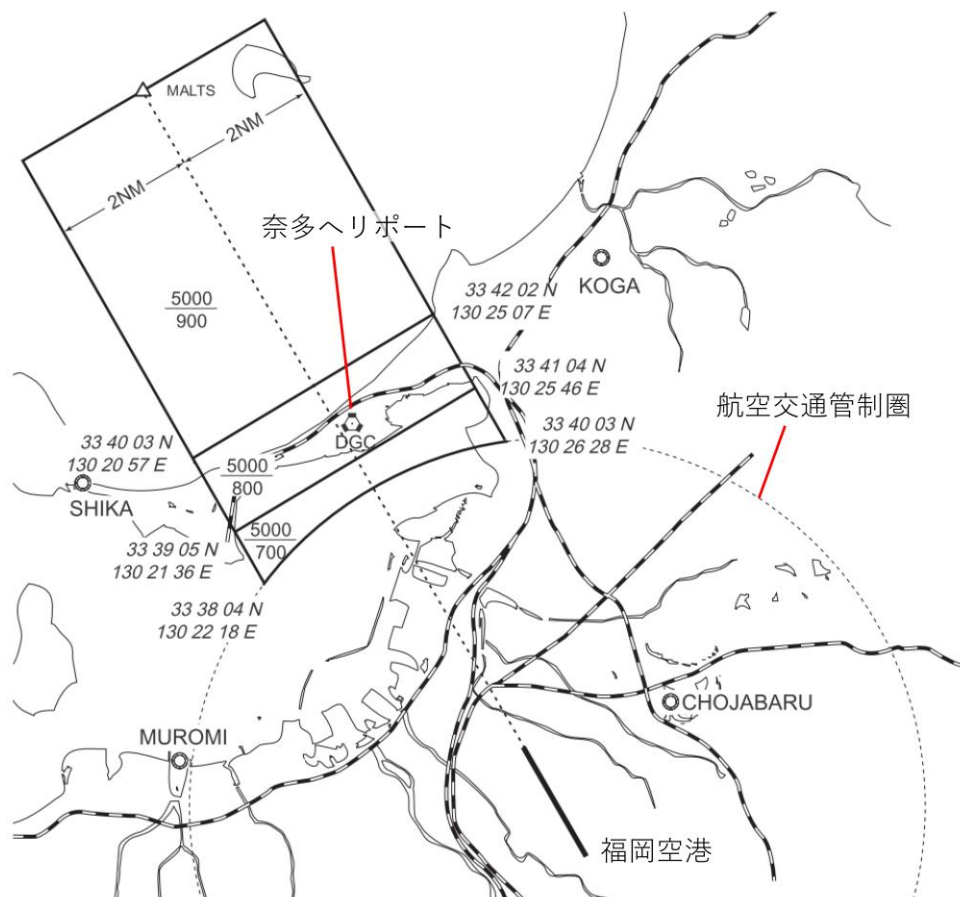


図6 福岡空港と奈多ヘリポートの位置関係（出展：参考文献 [9] を一部改変）

(ii) 既存の滑走路やヘリパッドに離着陸

現状においても、VFR で飛行するヘリコプタが航空交通管制圏を有する空港内の滑走路やヘリパッドを使用することがある。その場合、例えば到着であれば、管制官は周辺の交通状況を考慮し、他の交通との干渉が無いかを確認してから VFR 機に航空交通管制圏への進入を許可する。そのため VFR 機は交通状況によって、航空交通管制圏の周辺で待機させられることがある。従って AAM であっても、同様の手順で空港内の滑走路やヘリパッドに離着陸することは可能であると考えられるが（図 7）、頻繁に空中待機が発生する可能性があり、AAM に対する飛行ニーズである高密度運航と相反し、管制官の負荷増加にもつながる。また、主に電動である AAM は既存航空機と比較して飛行可能な時間が短く、長時間空中待機をすることが困難であると言われている。一方、この運用は既存の手順に従ったものであるため、運用ルールの変更を必要とせず、既存の交通量が多くない空港であれば、追加のコストを抑えつつ早期に実現可能であると考えられる。

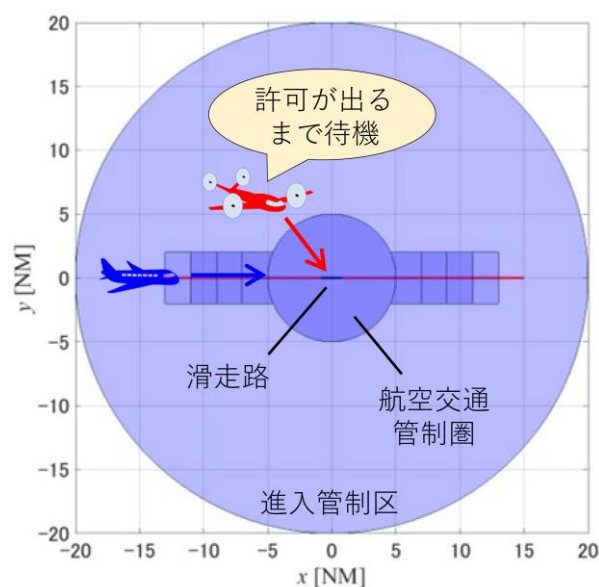


図 7 既存の滑走路やヘリパッドに離着陸

(iii) 滑走路近傍にバーティポートを設置し UAM コリドーでアクセス

※本項目は挑戦的な内容であり、今後大きく変更される可能性がある。

上記 2 つの方向性は、既存の枠組みの範囲内で AAM が空港に乗り入れることを考えている。これらの方向性は既存の運用ルールを変える必要がないので、比較的早期に実現することが期待できる。一方、AAM の飛行ニーズである空港近傍への乗り入れや高密度運航が犠牲になっており、AAM の観点からは理想的な解決策とは言い難い。そこで挑戦的な方向性として、滑走路近傍にバーティポートを設置し、航空交通管制圏に UAM コリドーを設定することで空港に乗り入れることを考える。

滑走路近傍にバーティポートを設置した場合、AAM が航空交通管制圏内を飛行することになる。「(ii) 既存の滑走路やヘリパッドに離着陸」で生じた制約を回避するため、IFR 機の離着陸時であっても独立で、AAM が離着陸可能な状況が望ましい。そこで、滑走路や IFR 機の離着陸経路と AAM の飛行が干渉しないように、バーティポート周辺にバーティポート空域を設定し、UAM コリドーで非管制空域と接続することを考える(図 8)。図 8 はあくまでもイメージ図であるが、AAM の着陸復行や場週経路を想定した構成としている。このような空域や UAM コリドーの設計に関しては、Verma らがダラスフォートワース空港で検討した先行研究(図 9)^[10]や、Stolle らがフランクフルト空港で検討した先行研究(図 10)^[11]がある。ただし、空域やコリドーで分離したからといって、必ずしも AAM がその中のみを飛行するようになるとは限らない点に注意されたい。「4.4. 不測の事態における運用計画」で述べた通り、AAM が不測の事態によりバーティポート空域や UAM コリドーから逸脱することがあり得るため、そのような場合でも IFR 機との安全が担保できるような運用計画が必要である。

また運用についても、空域やコリドーで分離したからといって、ただちに IFR 機と AAM が独立して離着陸できるわけではなく、適切な運用方法をあわせて検討する必要がある。運用方法としては、IFR 機で実施されている同時平行進入・出発の方式^[12]等を援用することができる可能性があるが、既存の方式では IFR で飛行し、かつ ILS や RNAV を用いて進入することが前提となっている。しかしながら、ILS/RNAV 進入のような方式が将来的に AAM でも利用可能かは現時点では不明である。加えて、IFR で飛行するということは管制官の指示に従って飛行するということであり、バーティポート空域や UAM コリドーで AAM を IFR 機から分離するとはいえ、管制を受けることになってしまう。UAM コリドー内を飛行する AAM は管制官による管制を受けず、PSU と呼ばれるサービスサプライヤーからの交通管理サービスを受けて飛行するとされているが^[2]、PSU が管制官と連携することで図 8 のような運用を実現するのか、もしくは AAM であっても航空交通管制圏内では管制を受けることで図 8 のような運用を実現するのか、現時点では結論を出すことは難しく継続的な議論が必要である。

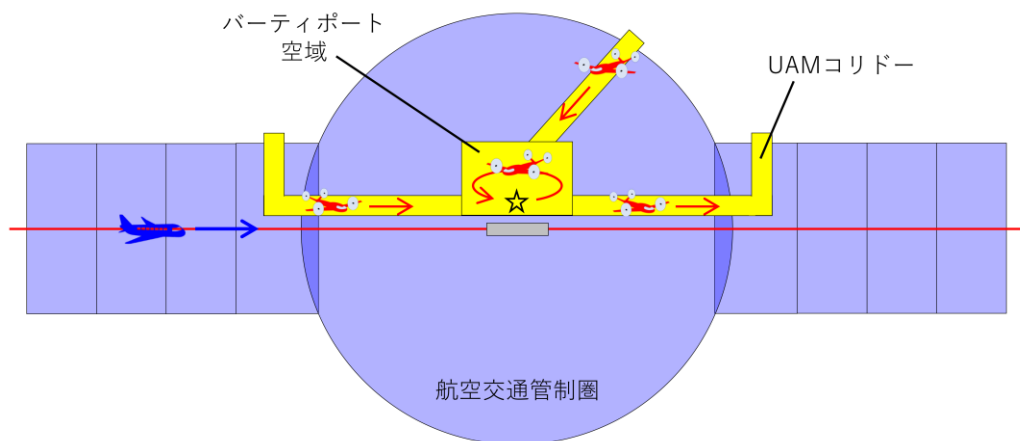


図 8 滑走路近傍にパーティポートを設置し UAM コリドーでアクセス

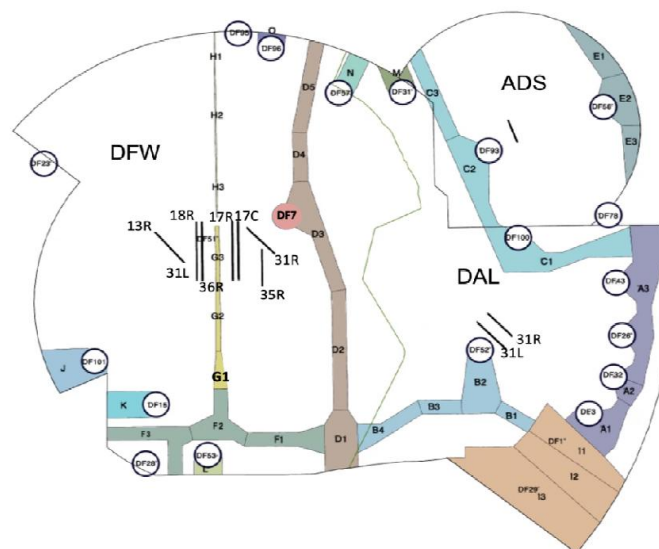


図 9 ダラスフォートワース空港における先行研究（出展：参考文献 [10], Fig. 5）

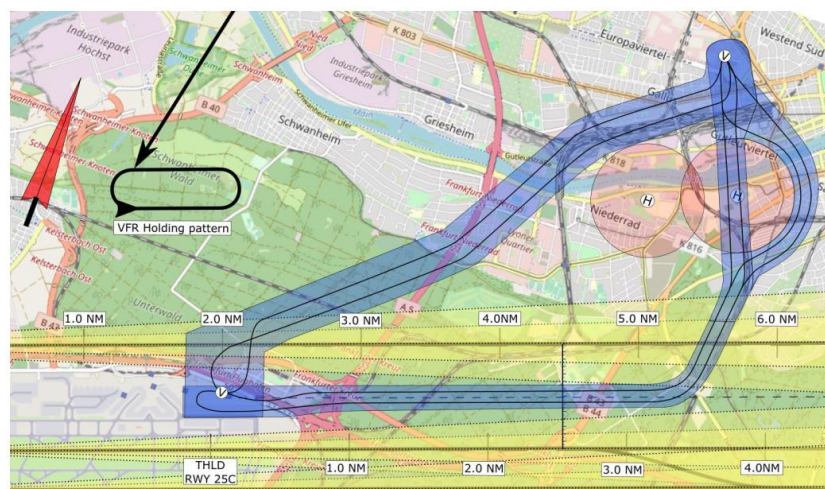


図 10 フランクフルト空港における先行研究（出展：参考文献 [11], p. 11）

5.2. IFR 機との交差について

AAM が IFR 機の経路と交差し、滑走路の反対側の離着陸場へとアクセスするための方向性を 2 つ示す。空港は風向きや交通状況によって IFR 機の経路が変わるので、これらはどちらがよいというものではなく、複数の経路が利用可能である方がよい。

(i) 航空交通管制圏上空を通過

AAM が IFR 機の飛行に影響を与えずに交差する経路を飛行するためには、垂直間隔をとることが必要である。そこで図 11 では、航空交通管制圏の上空を通過することで AAM が滑走路の反対側へと飛行している。これまで述べてきた通り、航空交通管制圏に進入するためには管制機関による許可が必要であるため、AAM が航空交通管制圏内を飛行することを考えると、様々な制約が発生する。一方、図 11 では進入管制区しか飛行しておらず、その場合 VFR で飛行する航空機は、他機との間隔維持のために管制機関との通信を確立する必要は無い（ただし、状況によっては TCA アドバイザリー²と呼ばれる情報提供が VFR 機に対して行われる。）、比較的容易に滑走路の反対側へと飛行することができる。ただし、管制官に対して飛行意図を明確にすることや他の VFR 機との安全確保の観点から、このような経路を AAM が飛行することを、何らかの方法で周囲の関係者に共有するべきであると考えられる。

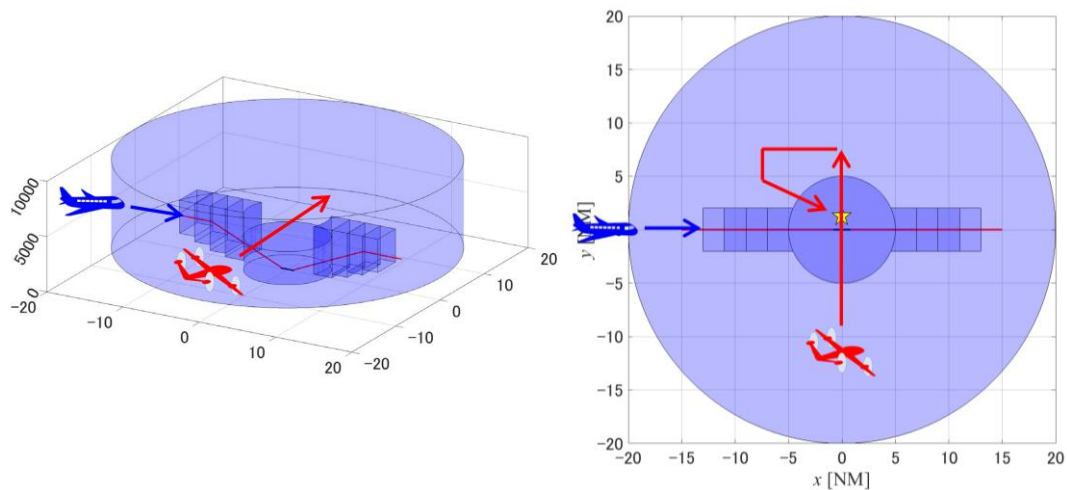


図 11 航空交通管制圏上空を通過

² ターミナルコントロールエリア内においてレーダー識別した VFR 機に対し行われる交通情報の提供等を TCA アドバイザリー業務と呼ぶ^[13]。

(ii) 到着経路の下を通過

図 12 では、IFR 機の到着経路の下を通過することで IFR 機と AAM の垂直間隔をとりつつ、AAM が滑走路の反対側へと飛行している。航空交通管制圏の外側、かつ特別管制区や進入管制区の下側は非管制空域となるため、最低安全高度以上であれば AAM は比較的自由に飛行することができる。この場合においても、このような経路を AAM が飛行することを、何らかの方法で周囲の関係者に共有する必要があると考えられる。

ただし、IFR 機の下を AAM が飛行する場合、IFR 機上の ACAS II が AAM を検出し警報を発する可能性がある、また IFR 機の発する後方乱気流が AAM 機に影響を与える等の潜在的な懸念があり、それらの懸念に対する検証が必要である^[14]。

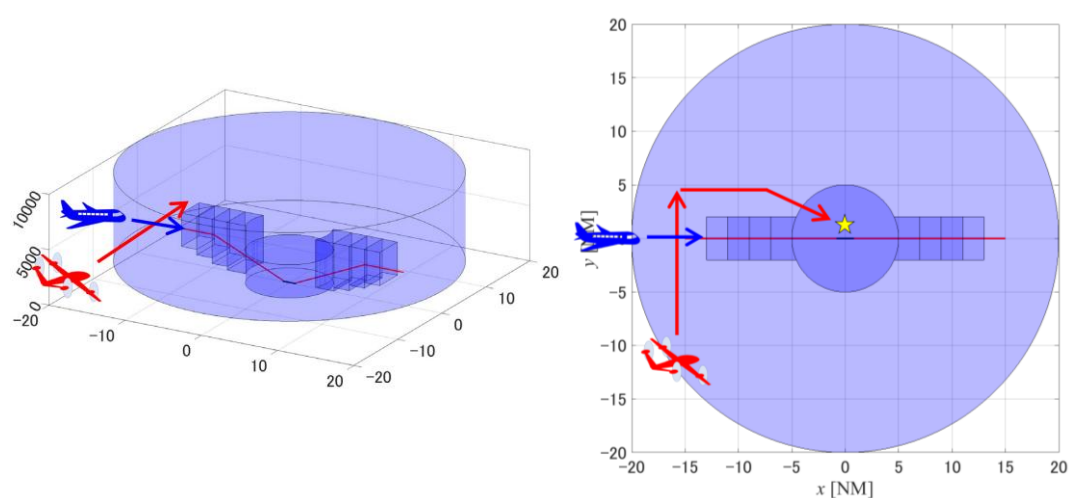


図 12 到着経路の下を通過

6. まとめ

本文書では将来的に AAM が空港周辺で飛行すること、特に、空港への乗り入れを想定し、その実現に向けた課題の整理と解決の方向性を議論した。AAM の機体や運用環境についてはまだ不確実な部分が多いため、現時点における議論には限界があるが、本文書が将来的な AAM の運用環境を議論するためのたたき台としてステークホルダーに貢献することを期待する。

今後の更新では、今後、商業利用可能な AAM の機体が登場しその飛行数が増加することで明らかとなる、AAM の具体的な特徴を議論に反映させると共に、「5.1. 離着陸の場所と運用について (iii) 滑走路近傍にバーティポートを設置し UAM コリドーでアクセス」や「4.3. CNS」を中心に詳細化していくことを予定している。

謝辞

本文書を執筆するにあたり、国土交通省航空局交通管制部マルチ航空モビリティ交通管制調整室の各位には、内容をご精査いただき貴重なご意見をいただいたのでここに感謝の意を表する。また、次世代航空モビリティの運用環境構築に関する研究メンバー各位には、AAM 関連研究全般で支援していただいております、本文書の執筆にもご助力いただいた。ここに感謝の意を表する。

補遺 1. 参考文献

- [1] D. Wing, A. Lacher, Hampton, W. Ryan, W. Cotton, R. Stilwell, J. Maris, and P. Vajda, “Digital Flight: A New Cooperative Operating Mode to Complement VFR and IFR,” NASA/TM-20220013225, 2022.
- [2] Federal Aviation Administration, “Urban Air Mobility (UAM) Concept of Operations,” v2.0, 2023.
- [3] EUROCONTROL, “U-SPACE Concept of Operations (ConOps),” 4th ed., 2023.
- [4] 空の移動革命に向けた官民協議会, “空飛ぶクルマの運用概念,” 第 1 版改訂 A, 2024.
- [5] E. Crawley, B. Cameron, and D. Selva, “Systems Architecture: Strategy and Product Development for Complex Systems,” Person, 1st ed., pp. 171–172, 2019.
- [6] 日本航空機操縦士協会, “AIM JAPAN,” 2023 年後期版, pp. 2-2-2-4, 2023.
- [7] E. Mueller, P. Kopardekar, and K. Goodrich, “Enabling Airspace Integration for High-Density On-Demand Mobility Operations,” 17th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference, 2017.
- [8] 国土交通省航空局, “バーティポート整備指針,” 2023.
- [9] 国土交通省航空局, “福岡特別管制区,” AIS JAPAN, Publication date 5 Sep 2024, 2024.
- [10] S. Verma, V. Dulchinos, R. D. Wood, A. Farrahi, R. Mogford, M. Shyr, and R. Ghatas, “Design and Analysis of Corridors for UAM Operations,” IEEE/AIAA 41st Digital Avionics Systems Conference (DASC), 2022.
- [11] C. Stolle, D. Lambers, and G. L. López, “Demo Activities Presentation with a Focus on the Relevant Airspace Structure Reqs/Assumptions Considered,” The 2nd CORUS-XUAM Workshop, 2022.
- [12] 国土交通省航空局, “航空保安業務処理規程, 第 5 管制業務処理規程,” 国空制第 412 号, 2022.
- [13] 国土交通省航空局, “TCA アドバイザリー業務,” AIP JAPAN, GEN 3.3 航空交通業務, 3. 業務の種類, Publication date 3 Oct 2024, 2024.
- [14] D. Toratani, H. Hirabayashi, A. Senoguchi, and Takuya Otsuyama, “Study on Urban Air Mobility Corridor Design in the Vicinity of Airports,” IEEE/AIAA 41st Digital Avionics Systems Conference (DASC), 2023.

補遺 2. 略語・用語

AAM	Advanced Air Mobility の略語。都市部における先進航空交通システムとして提案された UAM (Urban Air Mobility) を包含する用語として用いられるようになり、都市部に限らないエリアでの運用を想定されている。eVTOL (Electric Vertical Take-Off and Landing) や空飛ぶクルマとも呼ばれる。
ACAS II	Airborne Collision Avoidance System II の略語。航空機同士の空中衝突リスクを低減するためのシステムで、一定以上の大きさの航空機は ICAO (International Civil Aviation Organization, 国際民間航空機関) によって装備が義務づけられている。
ADS-B out	Automatic Dependent Surveillance-Broadcast out の略語。航空機が GNSS 等の測位システムを用いて取得した位置情報を、地上又は他の航空機に向けて放送する監視システム。
ATM/CNS	Air Traffic Management/Communication, Navigation, and Surveillance の略語。ATM (航空交通管理) と CNS (通信・航法・監視) をまとめた用語。
GNSS	Global Navigation Satellite System (全地球的航法衛星システム) の略語。4 基以上の測位衛星から送られる衛星の時刻信号や軌道情報などから、受信機が受信信号を利用し、受信局の位置と時刻を求めるシステム。
IFR	Instrument Flight Rules (計器飛行方式) の略語。定義については航空法第二条の十七等を参照されたい。
ILS	Instrument Landing System (計器着陸装置) の略語。滑走路への進入経路を示す指向性電波を地上から送信し、航空機側に経路からの水平、垂直偏位を表示するシステム。
RNAV	Area Navigation (広域航法) の略語。地上の航空保安無線施設から得られる位置情報、GNSS や機上の慣性航法装置から得られる位置情報をもとに、機上に搭載した FMS を活用して、自機の位置や飛行方向を確認しながら飛行する航法。
VFR	Visual Flight Rules (有視界飛行方式) の略語。定義については航空法施行規則第六条の二等を参照されたい。
VTOL	Vertical Take-Off and Landing (垂直離着陸) の略語。航空機が滑走路に頼らず垂直に離着陸する機能のことであり、そのような航空機を VTOL aircraft (垂直離着陸機) と呼ぶ。
後方乱気流	飛行中の航空機の翼端から発生する乱気流。この乱気流に他の航

	空機が遭遇すると飛行の安定性に悪影響を及ぼすため、特に離着陸時には後方乱気流の影響を回避するための間隔が定められている。
バーティポート Vertiport	VTOL の vertical と空港やヘリポートの port を組み合わせてできた用語であり AAM の専用離着陸場。詳細については参考文献 [4] や空の移動革命に向けた官民協議会、離着陸場 WG における議論を参照
バーティポート空域	バーティポート周辺で AAM が離着陸するための空域。詳細については参考文献 [4] を参照されたい。
ベクタードスラスト	広義にはエンジンやローターの推力方向を変化させることで、航空機の姿勢等を制御する方式のことを指す。ただし、AAM においては基本的に、ローターの推力方向を変化させることで、航空機に垂直離着陸機能を持たせる機体形式を指す。ティルトローターとも呼ばれる。
マルチコプタ	2 つ以上のローター有する回転翼機の機体形式を指す。可変ピッチを有するシングルローターのヘリコプタと異なり、基本的に姿勢制御等のために回転数制御を用いるため、固定ピッチプロペラを有することが多い。マルチローターとも呼ばれる。