

第41回日本ロボット学会学術講演会

OF10：ロボット性能評価工学 -
フィールドロボット性能評価プロセスの体系化を目指して

「無人航空機の型式認証プロセスと性能評価について」 ～航空分野の性能評価法からみた研究の課題～

2023年9月11日

東京大学 五十嵐広希

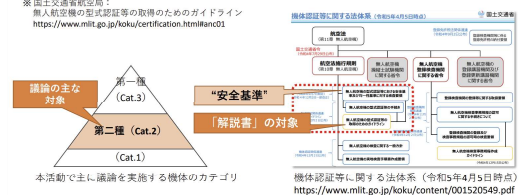
NEDO「次世代空モビリティの社会実装に向けた実現プロジェクト」

- 研究開発項目①「性能評価手法の開発」
 - 1. ドローンの性能評価手法の開発（委託）
 - 次世代空モビリティの安全認証および社会実装に求められる性能評価手法に関する研究開発

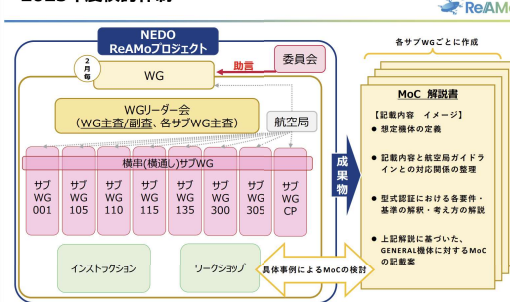
本活動の目的と2023年度目標

- 【目的】 機体メーカー・部品メーカー・登録検査機関が活用可能な文書作成を通じ、対話/議論を実施することで、無人航空機産業の発展に寄与する
- 【目標】 無人航空機の機体の認証（型式認証/機体認証）を円滑にするために、国内産業界の標準化活動を実施し、機体の安全基準に対する「適合性証明に活用可能な証明手法（MoC: Means of Compliance）」を整備する
 - 2023年度は無人航空機の「第二種」機体に適用可能なMoCを検討・作成する
- 検討するMoCは、航空局から発行済みのガイドライン*の詳細化を目指した「解説書」の位置付けて検討・作成する

*国土交通省航空局：無人航空機の型式認証等の取組のためのガイドライン
<https://www.mlit.go.jp/koku/certification.html#nc01>



2023年度検討体制



001: 設計概念書 (CONOPS), 105: 無人航空機の安全な運用に必要な関連システム
110: ソフトウェア, 115: サイバーセキュリティ, 135: 重要な部品 (フライトエッセシャルパーツ)
300: 耐久性及び信頼性, 305: 起こり得る故障
CP: 適合性証明計画 (Certification Plan)

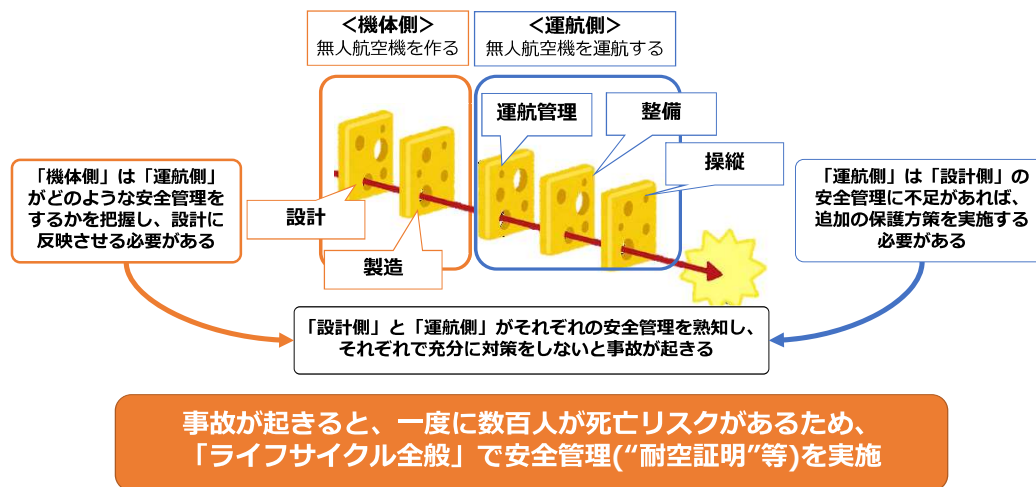
2023/9/11

無人航空機の型式認証プロセスと性能検証評価について

2

航空(ドローン)業界における性能評価

航空(ドローン)のリスクマネジメント



2023/9/11

無人航空機の型式認証プロセスと性能検証評価について

5

航空業界における主な「性能評価」

1. 許可承認に関わる「性能評価＝安全評価/証明」

- 飛行するために必要な最低限の安全評価(性能評価)
- 有人機では、耐空証明や型式証明など、各国の国が審査や検査を実施
- 証明がないと原則飛ばせない(=売れない)
- 構造の強度や気候耐環境性(温度、雷等)、安全のための操作性、ソフトウェア・セキュリティ等々
- 安全を「証明」(説明)するために、ものすごく「お金」と「時間」が必要

2. 自社内の基準を確認するための性能評価(安全評価/証明)

- 耐空証明と同等にして、同時に確認ぐらいにしておかないかとお金と時間が必要
- 会社組織のリスクマネジメントとして、耐空証明以上の性能を求める試験実施が望ましい
- やればやるほどコストがかかる

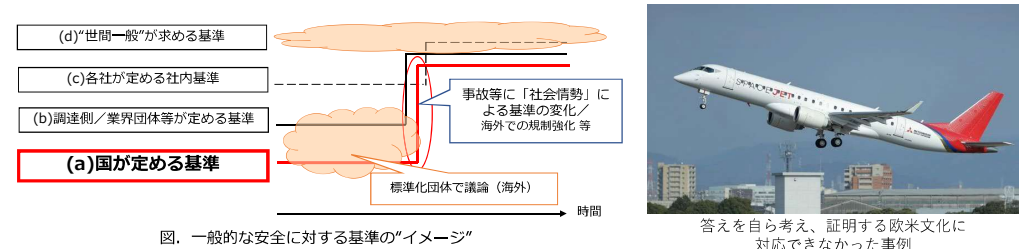
3. 自社製品の優位性を示すための性能評価(カタログスペック的)

- 機体の重量、飛行速度、燃費、操作性/使い勝手 等々

たぶん他の発表者の性能評価はこちらがメイン

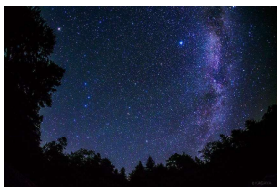
航空機(ドローン含む)の安全

- 昔は国が「すべて決める」スタイルだった
- 欧米：国は“基準”を示し、民間を中心に「証明方法」を規制当局と共に標準化団体等で議論
 - 10年後の産業のために、何年もかけて「業界で答えを探す/つくる」(ルールメイキング)
- 日本：基準も証明の示し方(答え)も、すべて「お上」が示すという考え方が浸透
 - 日本の航空産業は「防衛」「海外大手の下請け」が中心のため、上流側に「答え」を求める傾向強い
 - 「答え/結論がある前提」の議論をしがち
 - そもそも答えがない課題(問題を発見し、答えを探す)への対応が困難



航空機の安全

- 航空産業は、膨大な各種証明や許可承認の元で、安全を管理
 - 型式証明/型式認証、耐空証明、運航承認 等々
- 設計メーカーや運航者等による「証明活動」を実施し、国(航空局)は適合性を確認する
 - 申請者(メーカー/運航者等)：適合していることを説明/示す (Show Compliance)
 - 検査者(国等)：適合していることを確認 (Find Compliance)
 - 例「北極星を映した写真を提出すること」の要求に対する証明



星の写真としては綺麗である
しかし、北極星が発見しにくい

(例：B4の学生が初めて提出した卒論初校は綺麗でもないが…)



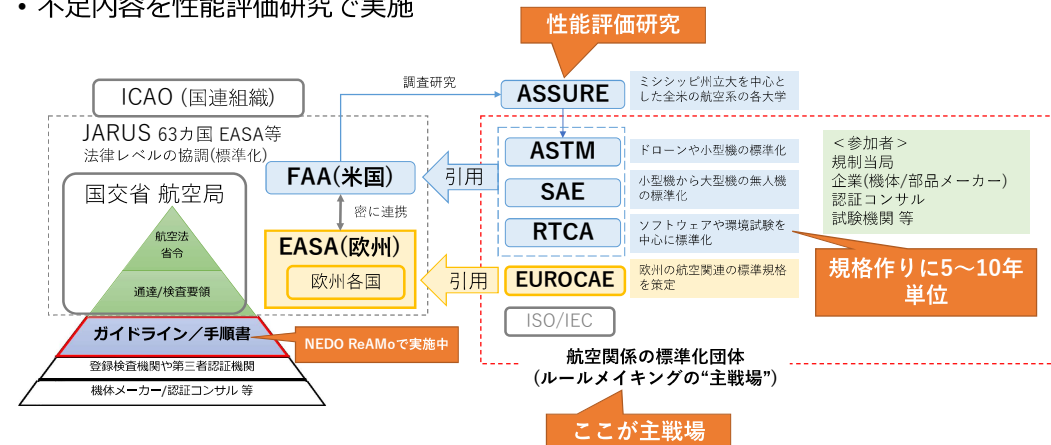
多くの星は実際に観る状態と異なる
しかし、北極星を簡単に発見できる

(例：D論の最終稿)

「答えがあるテスト」の訓練しかしたことが無い人々には大変

航空業界のエコシステム

- 規制当局と民間が標準化団体で議論
- 不足内容を性能評価研究で実施



海外動向：米国 ASSURE 2016～ 継続中

• The Alliance for System Safety of UAS through Research Excellence



- <https://www.assureuas.org/>
- ミシシッピ州立大学を中核にした、24の大学・研究機関と、100以上の主要な業界／政府機関等で構成されたUAS/UAVの研究組織
- 3つのFAA UASテストサイトの中核、4つのFAA研究センターを率い、7つの飛行場、340機のUASを保有
- 予算規模
 - 2022年度 1,830万ドル (約26億円、1ドル=150円)
 - 電磁特性、目視外飛行、サイバーセキュリティ等
 - <https://www.faa.gov/newsroom/faa-awards-44-million-drone-research-grants-seven-universities/>
 - 2021年 580万ドル (約8.4億円) 以上
 - 物流ドローン、DAA、ADS-B等
 - <https://www.uasvision.com/2021/01/15/faa-announces-5-8m-in-33-uas-research-grants/>
 - 2020年 260万ドル (約3.8億円) 以上
 - オペレーターの習熟度など、操縦関係
 - <https://www.uasvision.com/2020/04/06/faa-awards-2-6m-in-14-drone-grants-to-universities/>
- 主な研究テーマ
 - 航空管制、耐空性、制御/C2リンク、衝突検知/回避、ヒューマンファクター、人的トレーニング、STEAM教育



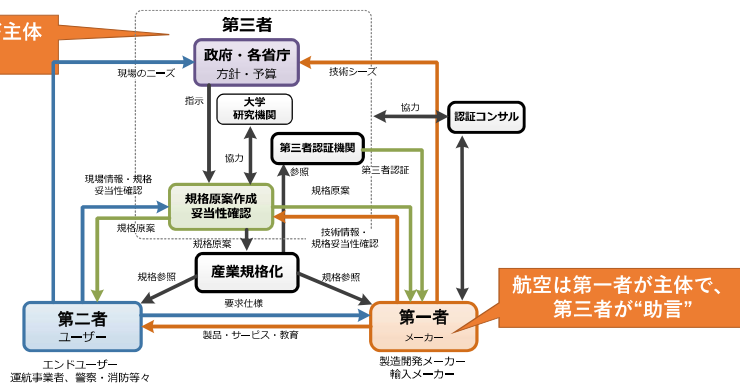
性能評価(モノサシ)は、誰のためか？

日本で航空局や業界が求めるMoCの元になる実験データを出せる大学は多くない

性能評価は誰のためか？

- 第一者(供給者)、第二者(調達者)の非対称性を解消
- 第三者(国・認証機関)の適合性の評価のため

NISTのSTMは、第三者が主体
第二者が追従



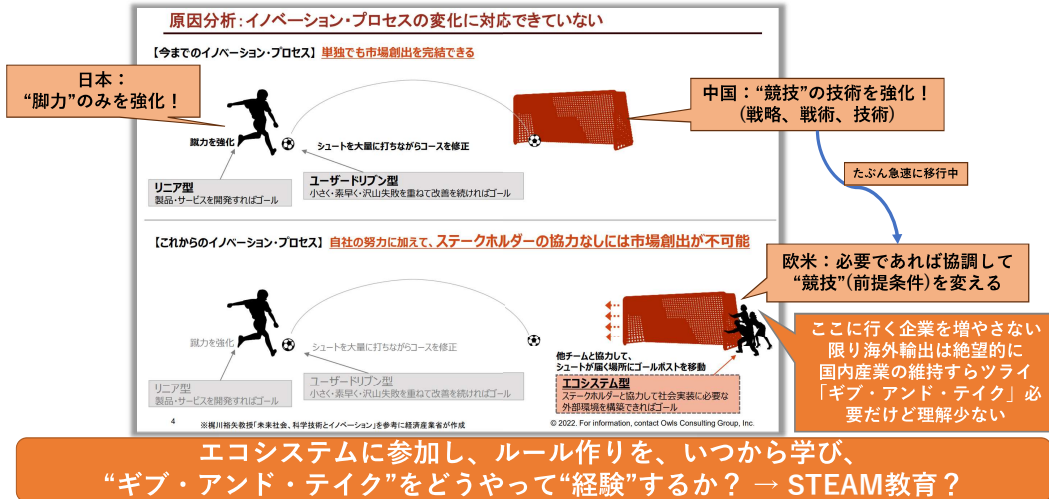
その性能評価は「誰のために」研究するの？

性能評価研究の課題

- 「規格/標準化」に企業/事業者が参加していない、巻き込めていない
 - 規格を作ることが「目的」となった研究
 - 規格/標準化に企業が居なければ、その規格は使われない可能性が高い
- 性能評価の研究には時間が掛かる
 - IF(Impact Factor)の論文にはなりにくい、成果が出るまで時間が掛かる
 - 日本はIF論文がメイン、海外では評価項目が論文ではなくアウトリーチが多い？
 - アジア圏の研究者は、規格を作ることによって評価される傾向があるが、手段が目的になってる国も...
- 日本はゼロから産業を作った経験が少ないために、性能評価研究が評価/理解されてない？
 - 産官学でルールメインへ理解が必要
- 性能評価法を「さらす」ことで、事業化を「妨げる」こともある
 - 研究者としては「世の中のため」、一方で「ルールメイキング」の場においては「さらす」ことで国益にはなっていない場合も？
 - 一方で標準化/規格化では「ギブ・アンド・テイク」も重要
 - どこまで「さらして」、どこを「隠す」かの「オープン・アンド・クローズ」戦略重要

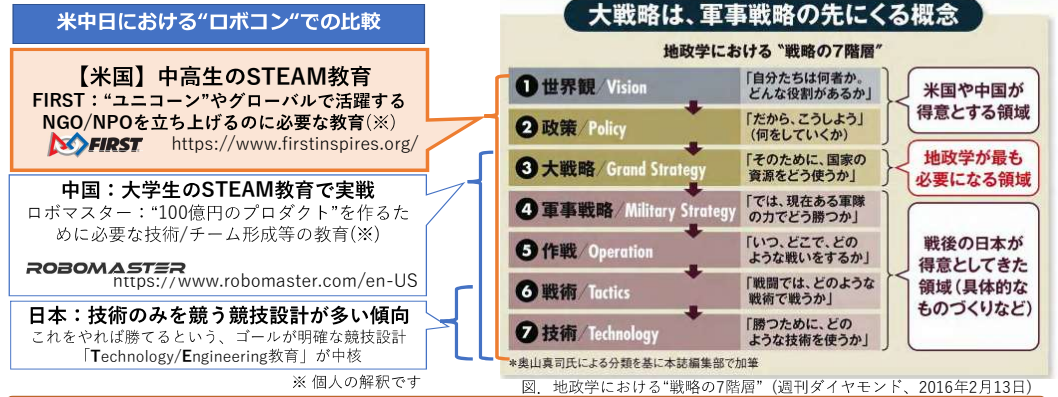
性能評価研究について、俯瞰的に考えていく必要がある

【課題】ルールメイキングへの参加者のどうやって増やすか？



【課題】ルール作りを、いつから学び、どうやって経験するか？

- そもそも日本と欧米では、教育の「目的と目標」が違うのではないかな?
- 日本: 技術者に「技術にしか興味を持たせない」教育思考になってないかな?
- 技術は手段のはずだが、技術にしか興味が無いから「目的化」する傾向が強いのではないかな?



中高生ぐらいからルール作りの機会を増やさない「技術で勝ってもビジネスで負け続ける」のではないかな?

性能評価研究の「教科書」

標準化ビジネス戦略大全、
江藤学、日本経済新聞出版
3,762円



標準化教育教材、日本規格協会
https://www.jsa.or.jp/jsa/jsa_edu_kyouzai/
無料!



性能評価の研究で読むべき教科書