

はじめての超小型衛星開発とそのレビュー

そもそも、学生が超小型衛星開発に主体的に携わる意義は？

- いまや、超小型衛星は通販でつくれる時代
- つくればいい、という時代ではない
- そもそも、学生が超小型衛星開発に主体的に携わる意義は？

- ✓ 衛星設計・開発・運用を実践的に学ぶ
- ✓ 科学者・技術者として科学的成果・技術的成果を挙げる

これについては、UNISEC
を利用すれば効果的？

これについても、今後、
UNISECがお役に立てれば。

衛星設計・開発・運用を実践的に学ぶには？

- 過去に実績があれば、それをベースに学ぶことができる（指導教員・先輩・過去の衛星の資料等から学ぶ）

- はじめて衛星を開発するときは？（はじめてではない場合でも？）

- ✓ 独学（情報はあふれている）
- ✓ 先行大学／研究室から学ぶ
- ✓ UNISECを利用して学ぶ

- ✓ インフォーマル・ミーティング
- ✓ レビュー会

UNISECを利用したインフォーマル・ミーティング

ミッションの企画段階での議論

- チーム内での設計検討が進んでから周囲（レビュアー等）との議論を始めても遅い場合も・・・
- ミッションステートメント（やりたいこと）を確固たるものにしておくのは、当然、重要（そうでないと、そのあとの設計・開発の方針がぶれていく）
- **企画段階で実現性の目途が立っていないものは推し進めない**（推し進めると、結局、後々、無理が生じる。未来に過度の期待を抱くのは危うい）
- 「**本当にいけそうなのか、いけそうにないのか**」, 「**本当にやる価値があるのか、そうでもないのか**」を真摯に議論・判断する場が必要
- そういった議論ができる**場がUNISEC**（信頼関係づくり, 雰囲気づくりも含めて）のはずであり、そういった議論・判断をするのがレビュアー

どうすればそういう場をつくれるのか？

- 例えば、UNISECでは7月（総会）と12月（ワークショップ）, Takumi Conference（3月）の3回、メンバーが集まる機会が既にある
- そういった機会にミーティングをセットすればよい（可能であれば、宇科連のような学会でも？）
- **アイデアの漏洩防止等, 秘密保持の問題**もあるが、可能な範囲で実施



こういった事前の議論があれば、実際に衛星開発を始めて、レビューをする際に根本的な問題（ミッションの意義や技術課題等）に直面することはないだろう

UNISECによるレビュー会

最初が肝心

- まずは**ミッション定義段階でのレビュー** (Mission Definition Review, MDRに相当するレベル) . ここでしっかりしたものにできれば, あとが楽.
- 2度目のレビューをすとしたら, **PDR** (Preliminary Design Review)
か, Pre-PDR段階でのレビュー (ある程度, 修正できる幅が大きい段階でレビューするのが効果的. PDR以降になると, 細かな技術レビューになってゆく)

衛星設計・開発・運用経験者によるレビュー

- レビュアー候補者リストからUNISEC事務局を通じてレビュアーを選定
- UNISEC事務局がレビュアーと調整し, レビュアーの都合がつけば, レビュー会に参加していただく

UNISEC行動規範の実践の場としてのレビュー会

- レビュアーだけでなく, 衛星開発中の団体にも可能な限り参加していただく
- 「**お互いを見せ合い, 競争し, 切磋琢磨する場**」としてのレビュー会
- レビュー会での論点は, 「**どうすれば価値のあるミッションを成功させることができるか?**」の1点
- どこまで遠慮なく忌憚のない意見を出し合えるかがポイント (Don't take it personally)
- UNISEC行動規範がレビュー会を通じても浸透することを期待

UNISECによるレビュー会

第一段階：ミッションの定義の妥当性の確認

- 現実には、単なるミッション定義のレビュー（MDR）だけでなく、その**実現性の裏付け**となる衛星のシステム要求や定義のレビュー（System Requirement Review, **SRR**, System Definition Review, **SDR**）もレビューの範囲に含まれてくる

レビューのポイントの一例（**整合性**と**実現性**、そして、適切な**判断**）

- **ミッションステートメント**の妥当性（意義・価値があることの適切な根拠）
- ミッションステートメントに対する**ミッション定義**の適合性（定義されたミッションが達成されればミッションステートメントが達成される根拠）
- ミッション定義に対する**ミッション要求**の整合性
- 外部要求の整理（打ち上げ機からの要求等の整理と、ミッション要求との関係）
- **設計・開発方針**の妥当性（何等かの設計・開発方針がある場合には、理由とともに示す）
- ミッション要求・外部要求に対する**機能要求**の整合性
- 機能要求に対する**システム要求**の整合性（機能要求を満たすシステム構成）
- システム要求の**実現性**（システム要求を満たすシステムを開発可能であること）
- ミッション定義（およびシステム定義）に対する**ミッションシーケンス**の整合性
- **サクセス・クライテリア**の妥当性（ミニマムサクセスに十分な意義・価値があること、フルサクセスを達成できれば定義された（ノミナル）ミッションが全て達成できること）
- **開発スケジュール**の確認（実行可能なスケジュールであること）
- **開発リスク**の整理（リスク対処の**判断のタイミング**も含む）

- これら**当たり前のことを**、**淡々**と行うことが基本（余計なことは考えない）
- それには、当然、レビュアーが「このミッションを成功させてほしい」と本気で思えるかにかかっている（開発者とレビュアーの信頼関係？ UNISECによるレビュー会は、業務としてのレビュー会とは異なるので）

UNISECによるレビュー会

第二段階：基本設計の妥当性の確認

- PDRかPre-PDR相当（第一段階のレビューとの整合性・変更点の確認も）
- まだ変更の自由度が大きい段階、という意味では、Pre-PDRくらいのタイミングがよい？

レビューのポイントの一例（整合性と実現性、そして、適切な判断）

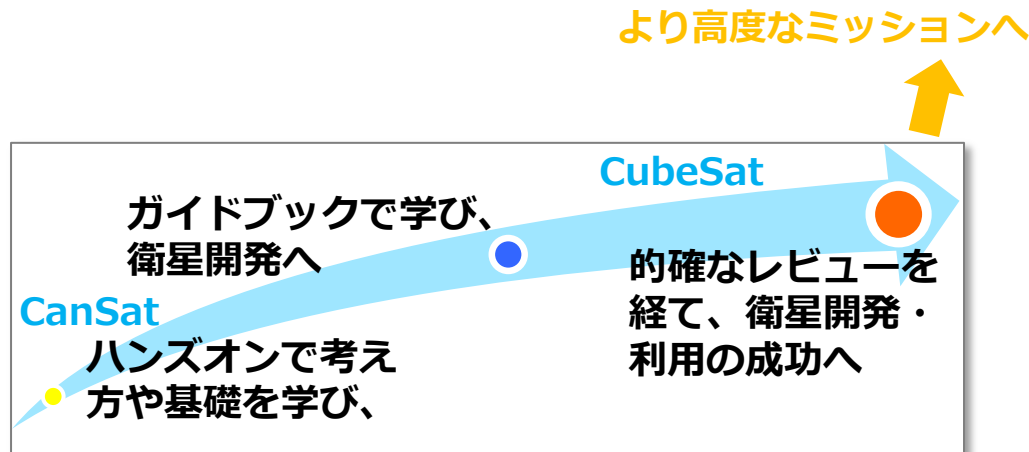
- 第一段階のレビュー内容の確認
- 第一段階からの変更の妥当性（変更点を示し、変更理由を、根拠をもって示す）
- システム要求に対するシステム定義の整合性（システムを定義し、かつ、そのシステムがシステム要求を満たしていることを、根拠をもって示す）
- 機能要求の実現性（定義したシステムが個々の機能を実現できることを、解析やBBMによる検証結果をもとに示す）
- システム要求の実現性（定義したシステムが全てのシステム要求を実現できることを、基本設計に基づく衛星モデルを用いた解析や衛星モデル全体のBBM（TableSat）による検証結果をもとに示す）
- 基本設計の妥当性（基本設計結果を示し、設計したシステムが全てのシステム要求を満たすことを、解析やBBMによる検証結果をもとに示していること。また、解析やBBMが基本設計と整合していることを示す）
- ミッション要求・外部要求に対する基本設計の整合性（基本設計とミッション要求・外部要求との対応を示すことで、基本設計の妥当性を再確認する）
- 開発スケジュールの確認（実行可能なスケジュールであること）
- 開発リスクの整理（リスク対処の判断のタイミングも含む）

- これら当たり前前ことを、淡々で行うことが基本（余計なことは考えない）
- それには、当然、レビュアーが「このミッションを成功させてほしい」と本気で思えるかにかかっている（開発者とレビュアーの信頼関係？ UNISECによるレビュー会は、業務としてのレビュー会とは異なるので）

そもそも、なぜレビュー会？

超小型衛星開発・運用を通じた実践的な人材育成

- UNISEC設立当初からやってきたこと
- 現在は文科省の委託事業を実施中
- 「CanSatを用いたハンズオン授業で基礎を学び、ガイドブックを参考にしながらCubeSat開発に進み、的確なレビューを経て衛星開発・利用を成功させる」経験をして、より高度なミッションへ。
- 現在のところ、レビュー会は、この人材育成の流れの中の一つのパーツ（今後は、レビュー会自体が独り立ちしていく？）



1. ハンズオン教材を用いて衛星開発・利用の基礎を学ぶ授業

i-CanSat, あるいは, HEPTA-Satを用いたハンズオン授業

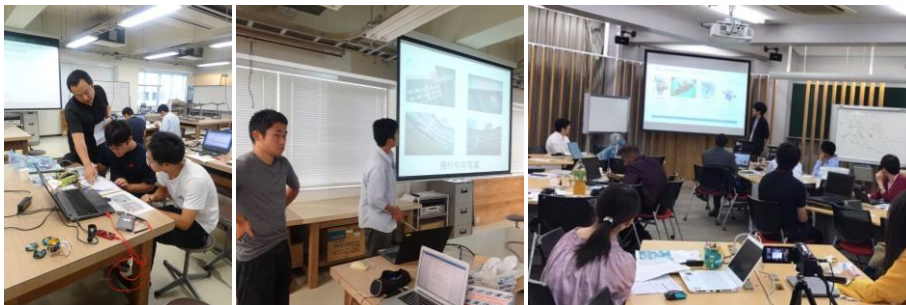
① 教材開発（ツールがあるのは強い）

- キット, テキスト, ビデオの自習3点セット.
- 実験システム (ドローン).



② 授業の開催（紹介と人材育成）

- 単なる体験ではなく, 「**将来の自分の姿**」を想像させながら手を動かす授業 (**TAの活躍**).
- 自習では得られないもの (**目標**) を提供.



③ 教材の利用と人材育成の拡大

- 他の機関との連携 (科学未来館でのHEPTA-Satの講座, 「缶サット甲子園」での実験システムの利用).
- 衛星開発を始める大学・高専研究室での購入・利用 (九大, 防衛大, ...).
- その他, 宇宙関連, システム開発関連の授業での利用 (香川高専, 徳山高専).
- 「**教えられる人**」が増えることで広がる. 「**身近な憧れの人**」が見つかることで宇宙に進む (アンケート等より).

④ 今後の展開

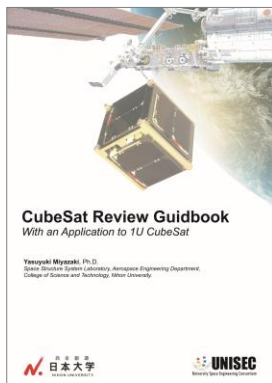
- 高校, 高専, 大学での正課の授業や課外 (研究室, サークル等) での利用 (衛星開発以外も含めて, 宇宙開発・利用の理解者の増加).
- 海外での授業 (今年度実施予定).
- 企業研修 (ソフトメーカー, 衛星メーカー)
- 海外での有償利用 (ガーナ, オーストラリア, CNES, ...).
- 海外での利用拡大⇒信頼関係構築⇒日本人の海外ビジネス展開への土壌づくり.

2. 成功する衛星を開発・利用できる人材の育成

ガイドブックの作成とレビューシステムの構築

① ガイドブック作成

- 技術的な部分だけでなく、デブリ問題や周波数問題等の**啓発**も。
- 「使ってもらえる」ガイドブックにするため、ISSからのCubeSat放出の**申請書に沿って記述**。
- 衛星開発の第一歩である「仕様書」の例を記載。
- 基本設計書の例も付録として記載。



③ レビューシステムの定着へ

- レビュアーリストには国内および**海外**の衛星開発・利用の経験者（+JAXA等の専門家）。
- **UNISECがアレンジ**して各大学・高専の衛星のピアレビューを行うシステムの構築。
- まずはUNISEC内でアナウンスして開催（既に打ち上げを予定している人にも参考になるレビュー会を）。
- 「**成功するために見せ合う**」という意識を醸成することが鍵（UNISECの伝統）。

② レビュー会開催（非日常の場の提供）

- 衛星開発の初期2段階のレビュー（最初が肝心）
- 「**企画書**」，「**仕様書**」を書ける**設計者・開発者**を育てたい（企業等からの要請）。



④ 今後の展開

- **レビュー会を通じた人材育成の推進**。レビュー会は外部講師を招いた反転授業，アクティブ・ラーニングの極み（アンケート等より）。
- 大学衛星の“**UNISEC公認**”システム。
- レビュー会ビジネス（衛星設計の支援，ならびに、打ち上げを検討している衛星の評価）。
- コンテストの継続（MIC, DMC, その他）
- **国連やIAA等，国際組織との連携**（海外からも信頼される衛星開発・人材育成へ）。

3. 国際人材育成に向けた取り組みと課題

英語をベースとした授業とTAを通じた国際意識の向上

① 英語による教材作成

- テキスト・ビデオは全て英語（日本語は用意せず）。
- 本当に勉強したければ、英語の教材でも苦しめないはず。
- 日本人を対象として書いているので、海外の方が読むと、日本人の感覚を感じることが出来る。



③ 海外でのコンテスト開催

- Deorbit Device Competitionをブルガリアで開催。Debris Mitigation Competitionをローマで開催予定。
- 参加日本人学生もTA学生も缶詰になって海外の学生・研究者と交流（短期だから効率的）。



② 海外研究者との交流機会の提供

- 海外の方々と一緒に学ぶ短期ハンズオン授業
- 海外の方と直接コミュニケーションを取ることによって、それぞれの文化や背景を理解・許容できる国際人材が生まれる。
- TA学生も国際意識が向上し、TAをやめた後も活動の担い手・語り部になってくれている。
- TAが海外で教える場合も。



④ 今後の展開・課題

- より多くの日本人学生が海外で経験を積むシステム（海外ハンズオン授業）。
- 海外のニーズが多い(ナミビア、モンゴル、...)
- 学生が「教える側」として行くことが重要。
- 「育成される学生」の渡航費をどう確保するかが、裾野の拡大に向けた課題（自費でも行く学生ばかりではない。宿泊費や講師料は出せても渡航費まで出せる海外の機関は少ない）。
- 現在はクラウド・ファンディングを予定。