

「缶サット・超小型衛星を用いた創造的科学技术人育成ネットワークの構築」の成果について

研究 開発 体制	主管研究機関	特定非営利活動法人 大学宇宙工学コンソーシアム	研究 開発 期間	平成24年度～ 平成26年度 (3年間)	研究 開発 規模	予算総額（契約額） 24百万円		
	共同研究機関	なし				1年目	2年目	3年目
						2.1百万円	15.5百万円	6.4百万円

研究開発の背景・全体目標

- ✓ 宇宙利用分野が抱える左下表のa)～e)の課題を人材育成面から解決することを考え、右下表の(1)～(4)の人物を育成する体制を構築することを目指す。
- ✓ そのために、本事業は、大学宇宙工学コンソーシアム（以下、UNISEC）が、UNISEC加盟団体（大学等の研究室）と連携しながら、缶サットと数kgの超小型人工衛星を教材として用いた、大学生・大学院生を対象とする宇宙科学技术人材の高等教育プログラムの提供と、そのための人材育成ネットワークの構築を目指すものである。

宇宙利用の課題	宇宙科学技术人材育成との対応	人物像	
a) 利用者への配慮の問題	利用者の立場に立ち、打ち上げ後の衛星利用に適した衛星システムを開発しようとする意識をもった人材の育成が十分ではない	(1) 次代の宇宙利用の中心となり得るだけの教養・経験・基本的な専門知識を有し、開発・利用の現場での問題に対してそれらの教養・経験・知識を駆使して解を導くことのできる人物	本事業の範囲
b) 需要開拓の問題	衛星をつくるためのスキルの教育に偏り、衛星の利用法や利用拡大のための方策を考えることのできる人材の育成が十分ではない	(2) プロジェクトマネジメント能力を有し、チームワークやリーダーシップを発揮してミッションを成功に導くだけの倫理的・社会的能力を有する人物	
c) 想定外への対応の問題	与えられたタスクをこなすことを重視した教育に偏り、想定外の問題に際して的確な判断をするための基盤となる教養・意識・心の準備・知識・経験を有する人材の育成が十分ではない	(3) 自らの言葉で宇宙と社会とのつながりを国民や世界に語り働きかける社会的能力を持ち、その発信力により宇宙利用の裾野の拡大に寄与できる人物	
d) コスト削減の問題	学生にコストを本気で意識させ、費用対効果を考慮した衛星の設計・開発を実践できる人材の育成が十分ではない	(4) 我が国が目指すべき社会を描く構想力を持ち、未来を形づくり、社会をリードし得る人物（＝創造的科学技术人）	
e) 啓発の問題	宇宙利用の価値を十分に理解し、それを国民に伝えようとする意識、ならびに伝えるために必要な知識・経験を有する人材の育成が十分ではない	(5) 想定外の困難に際しても的確な判断により宇宙を利用した問題解決策を提案できるだけの教養・経験・知識・発想力を有する人物	本事業後の育成対象
		(6) 宇宙開発・利用に関して高度な専門的知識を有し、世界をリードする技術の開発の担い手となり得る人物	

「缶サット・超小型衛星を用いた創造的科学技术人育成ネットワークの構築」の成果について

研究開発の全体概要

次の①～④の4つの目標を達成し、それによる「宇宙に手の届く」人材の育成プログラム構築を目標とする。

① 「大学向け缶サット専門教育テキストの編集・完成」

缶サット教育を宇宙開発・利用の担い手となるための準備として位置づけ、缶サットの意義・ミッション企画・プロジェクトマネージメント・専門理論・設計・開発・実験・事後評価を網羅したテキストを編集し、完成させる。

② 「缶サット・超小型衛星の開発／教育現場の連携システム構築」

ハンズオン教育用の教材を開発し、それらの教材を用いたハンズオン授業を開発・実施する。

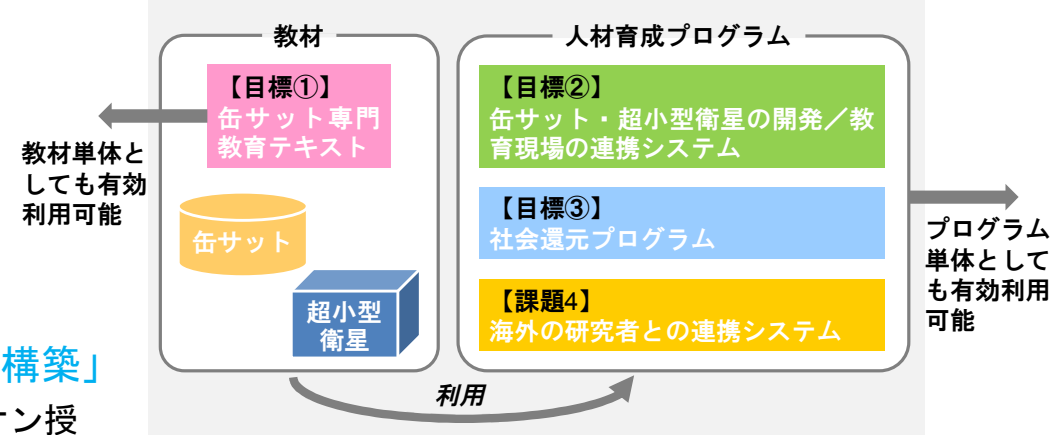
③ 「学生が宇宙開発・利用のアウトリーチを行う社会還元プログラムの構築」

大学生・大学院生自身が小・中・高校での訪問授業や、小・中・高校および一般市民向けに軌道上の超小型衛星との交信イベント、缶サットの制作・フィールド実験イベントを企画・運営するプログラムを構築・運営し、学生と社会との橋渡しをする。

④ 「缶サット教育を推進したい海外の研究者との連携システム構築」

缶サットは既に欧米を中心に海外でも人材育成ツールとして用いられており、多くの新興国の研究者が缶サット教育を始めたいと来日している。その現場に日本人の学生や教員を派遣して外国の研究者との交流を支援するプログラムを持続的に提供することで、学生にグローバルな視点を植え付け、海外への発信力の基礎を養う。

創造的技術人育成プログラム（＝「宇宙に手が届く」人材の育成プログラム）



期待される効果

- ✓ 缶サット教育が専門的な高等教育として体系化されるとともに、宇宙利用の裾野拡大を実現する新たな高等教育プログラムが提供される。これにより、次代の宇宙利用の中心となり、自らの言葉で宇宙と社会とのつながりを国民や世界に語り働きかける社会的能力を持った人材が育成される。彼らは、我が国が目指すべき社会を描く構想力を併せ持ち、未来を形づくり社会をリードする役割を担う創造的科学技术人として活躍することになるとともに、彼らの社会への発信力により、宇宙利用の認知と裾野の拡大がもたらされる

「缶サット・超小型衛星を用いた創造的科学技术人育成ネットワークの構築」の成果について

「国民との科学・技術対話」の推進に関する取組について

「国民との科学・技術対話」の推進に関して本事業で取り組んだ事例を以下に示す。

事例1) 缶サット紹介イベント

- ✓ 本事業の成果であるテキスト「CanSat ー超小型模擬人工衛星ー」の完成を記念し、平成26年11月1日に、記念イベント「CanSatフィーバー」を阿佐ヶ谷ロフトAにて開催。ニコニコ動画でライブ配信。



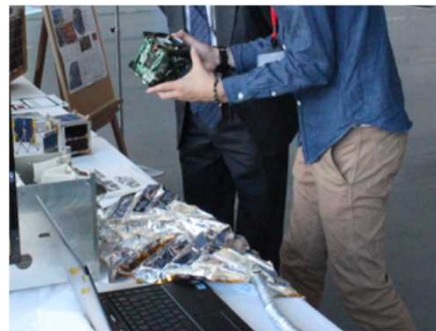
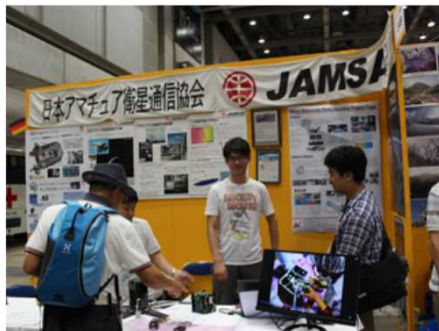
事例2) 高校でのハンズオン授業・電波受信体験

- ✓ 埼玉県立大宮工業高校の高校生80名に対して実施（平成24年12月12～13日）。
- ✓ 埼玉県立新座総合技術高校にて、高校生20名に対して実施（平成25年6月1～2日）



事例3) 一般イベントでの展示

- ✓ アマチュア無線最大の祭典「ハムフェア」に出展（平成25年8月23～24日、平成26年8月24～25日）。
- ✓ G空間エキスポに出展（平成26年11月13～15日）



事例4) 一般向けハンズオン授業・電波受信体験

- ✓ 千葉県市川市アイ・リンクルームにて千葉県葛南地域振興事務所主催の講演会・電波受信体験を開催（平成26年10月19日）。
- ✓ 日本機械学会宇宙工学部門の宇宙工学講座「模擬人工衛星 CanSat製作体験」を実施。



① 「大学向け缶サット専門教育テキストの編集・完成」

成果1：大学生向けの本格的な缶サット専門教育テキスト「CanSat ー超小型模擬人工衛星ー」を作成・配布

- ✓ CanSatや超小型衛星，宇宙機器を実際に開発・運用しているメンバーが執筆した、CanSatに関する世界初の本格的なテキストを作成。
- ✓ これを、関係機関（超小型衛星やCanSatを用いた教育を組織的に行っている，あるいは行う予定のある研究室等の団体とUNISEC会員）に配布。
- ✓ 成果2で述べる入門用缶サット「i-CanSat」の製作方法も解説しており、「i-CanSat」とテキストの組み合わせで誰もが衛星の基礎・ものづくりを実践的に学習可能となった。
- ✓ 宇宙工学や手作り衛星にあまり興味を持たない学生・教員に対しても本テキストを普及すべく，その普及方法について検討を重ねた結果，全国の図書館等で本テキストを直接手に取って内容を確認できるようにすれば，宇宙工学への興味の喚起につながり，ひいてはそのことが，缶サット等を用いた人材育成や将来の宇宙利用の裾野拡大へとつながっていくものと考え，委託業務の計画外の取り組みとして，平成26年8月22日に，本テキストを書籍「CanSat-超小型模擬人工衛星-」としてオーム社より出版。
- ✓ 平成26年度末までに約2,500部出荷済み。



成果2：入門用CanSat「i-CanSat」を開発

- ✓ これまでのUNISECにおける衛星開発のノウハウを反映し，かつ，ユーザーが自由に設計・開発できるボードを有するなど拡張性に富んだ入門用CanSat「i-CanSat」を開発。
- ✓ 細かな部分に衛星設計・製作のノウハウがちりばめられており，「i-CanSat」の中身を理解することでも実際の衛星開発に役立てることが可能。
- ✓ 「i-CanSat」を用いたハンズオン授業を実施し，ユーザからのフィードバックを反映してバージョンアップを重ね，教材としてタフで使い勝手の良いCanSatを完成。
- ✓ 米国でのモデルロケットによるCanSatの打ち上げイベントARLISS (A Rocket Launch for International Student Satellite) でも打ち上げ，全ての機器が予定通り動作し，写真撮影（右の写真）等も問題ないことを実証。
- ✓ 製作方法や回路図面は成果1のテキストで公開。高専等から引き合いあり。



i-CanSat基本版

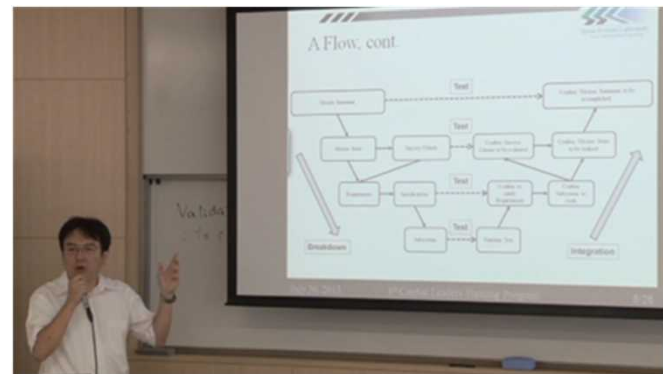
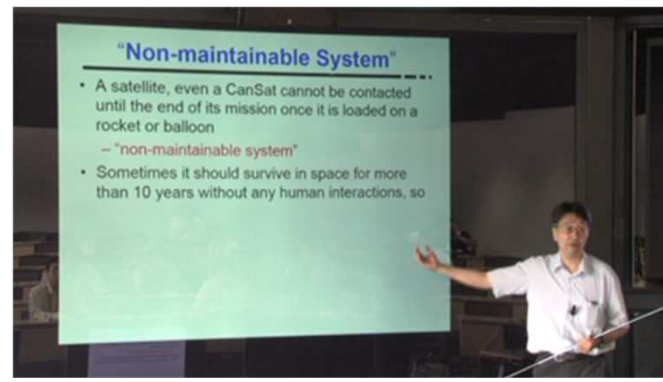
i-CanSat拡張版



① 「大学向け缶サット専門教育テキストの編集・完成」

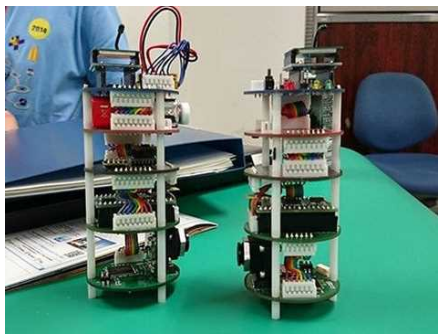
成果3：CanSatのプロジェクト授業の映像コンテンツ化

- ✓ CanSatの歴史や基礎技術、成果2のi-CanSatの製作、気球やモデルロケットを用いたフィールド実験、事後評価を行うハンズオン授業を試行し、授業の様子を映像コンテンツ化。
- ✓ E-learningシステムを開発し、ハンズオン授業の参加者は映像にて事前学習が可能に。
- ✓ 国際人材育成を狙い、i-CanSatを用いた英語によるハンズオン授業を開発。



CanSat製作の様子

授業の様子



受講生が製作したi-CanSat

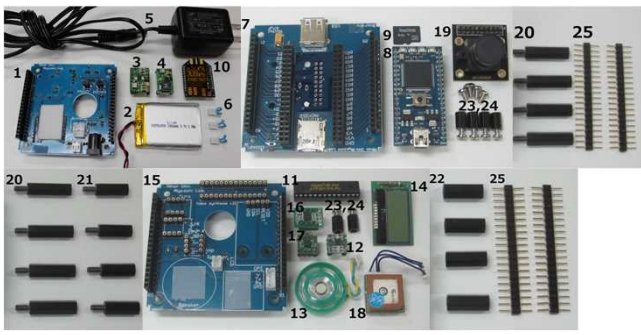
ロケット実験の様子

気球実験の様子

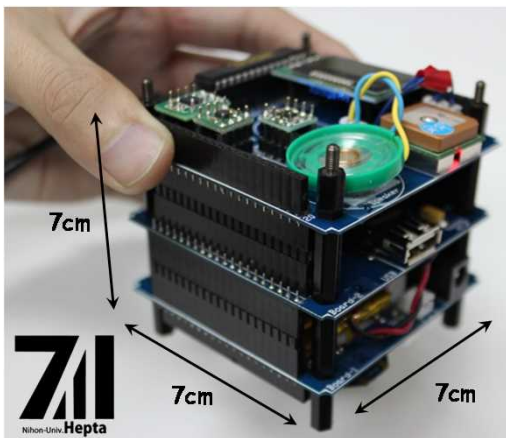
② 「缶サット・超小型衛星の開発／教育現場の連携システム構築」

成果4：どこでも実践的に衛星開発を学べる7cm立方の模擬衛星「Hepta」を開発

- ✓ 模擬衛星CanSatと超小型衛星CubeSatとの技術的ギャップを埋めるための、より衛星に近い模擬衛星「Hepta」を開発。
- ✓ UNISECのこれまでの衛星開発のノウハウ、特に、衛星のシステム・アーキテクチャやインテグレーション手順、試験手順を学習可能。
- ✓ Heptaを使ったハンズオン授業と、授業用テキストも開発。英語版も開発し、国内とガーナでハンズオン授業を開催。
- ✓ 企業、科学技術館、海外機関等から引き合い・受託あり。



Heptaの部品一式



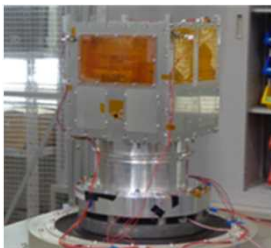
Hepta

成果5：ハンズオン授業を開発

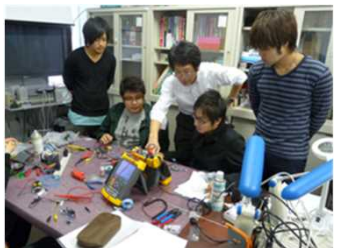
- ✓ UNISEC加盟研究室それぞれの特徴を生かしたハンズオン授業を開発・実施。
- ✓ それらの中でも、九工大での「振動試験ワークショップ」、東京理科大での「カメラで学ぶ電子工作」、日大での「超小型人工衛星の開発・運用現場体験」は小学生から社会人まで、様々な受講者を対象として開催するワークショップに発展。
- ✓ i-CanSatを教材とし、教員と学生が講師となって教える英語でのハンズオン授業「CLTP」(CanSat Leader Training Program)を開発し、北大・植松電機(株)にて毎年実施できる体制を整備。実際に実施。
- ✓ Heptaを教材としたハンズオン授業「Heptaワークショップ」も開発・実施。



i-CanSatによるハンズオン授業CLTP



九工大



東京理科大



日大



Heptaによるハンズオン授業



③ 「学生が宇宙開発・利用のアウトリーチを行う社会還元プログラムの構築」

成果6：CanSat・超小型衛星のアーカイブサイト「CanSat Mapping」の構築

- ✓ 国内外のCanSatや超小型衛星の情報を集めたデジタル・アーカイブサイト「CanSat Mapping」を立ち上げた。海外からの投稿も増えるなど、継続的に使用できる体制を整えた。運営は学生が主体となって実施。
- ✓ URLは <http://cansat.mapping.jp/> このサイトへは、実際の開発や運用結果を誰もが登録でき、UNISECによる承認手続きを経た上で公開される。



成果7：学生によるアウトリーチ活動

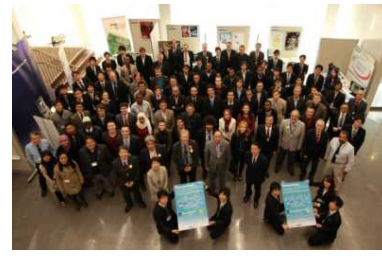
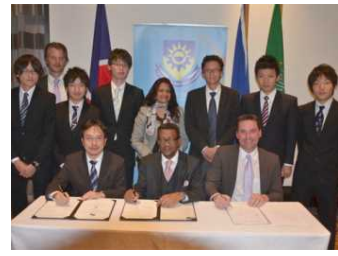
- ✓ 高校生の衛星電波受信体験、イベントでの展示、一般向けのCanSat製作体験教室など、大学生・大学院生が高校生や一般の方々に対して、宇宙工学や超小型衛星について知っていただくアウトリーチ活動を学生が実施。それらを恒常的に実施する体制を整備した。



④ 「缶サット教育を推進したい海外の研究者との連携システム構築」

成果8：海外の研究者との連携関係の構築

- ✓ 教員・学生を海外に派遣し、缶サットや超小型衛星を用いた教育に関する連携関係を、国立モンゴル大学（モンゴル）、イスタンブール工科大学（トルコ）、ナミビアポリテクニク（ナミビア）、オールネーションズ大学（ガーナ）と構築。
- ✓ UNISEC Global Meetingを開催し、43カ国から144名（日本から59名、その他42カ国から85名）の参加者を得た。



モンゴル

トルコ

ガーナ

ナミビア

UNISEC Global Meeting

成果9：海外の研究者・学生との継続的な連携の場の設置

✓ 成果8のUNISEC Global Meetingの中で、CanSatを用いたハンズオン教育の今後の展望や、宇宙開発・利用に関する国際的な学生コミュニティの構築について、海外からの参加研究者・学生とグループディスカッションを行った。その結果として、CanSat教育の今後のビジョンをまとめるとともに、国内外の学生同士による連携の手始めとして、日本・韓国・ガーナ・ペルーの4カ国の学生でskype会議を継続的に実施するに至った。



継続的な海外連携の場の構築に向けた議論

その他の研究開発成果

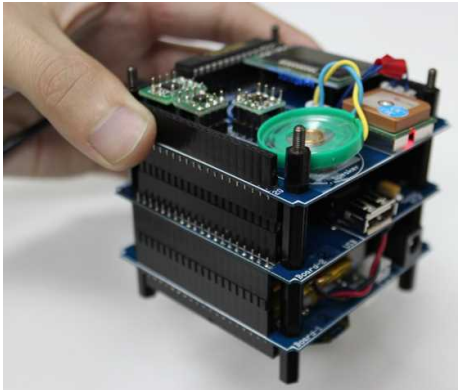
これまで得られた成果 (特許出願や論文発表数等)	特許出願	査読付き 投稿論文	その他研究発表	実用化事業	プレスリリース・取材対応	展示会出展
	国内 : 0 国際 : 0	国内 : 0 国際 : 0	国内 : 3 国際 : 5	国内 : 1 国際 : 1	国内 : 0 国際 : 0	国内 : 5 国際 : 1
	受賞・表彰リスト		特になし			

成果展開の状況について

- i-CanSatの製品化**
本事業で開発した模擬衛星「i-CanSat」を製品化し、既に大学、高専から受注・納品。
- i-CanSatを用いたハンズオン授業の事業化**
i-CanSatを用いたハンズオン授業「CLTP」を事業化して、北大・(株)植松電機にて平成27年8～9月に実施。平成28年度以降も継続。
- Heptaを用いたハンズオン事業の事業化**
本事業で開発した模擬衛星「Hepta」を用いたハンズオン授業を事業化し、アンゴラ通信省の研究者に対して授業を実施。今後も実施予定。
- テキストの英語版の公開**
海外からの要望に応え、平成27年度中に英語版を公開予定。



i-CanSat



Hepta

今後の研究開発計画

- ✓ i-CanSat、Heptaのバージョンアップ、ならびに、これらを用いたハンズオン授業のブラッシュアップ。
- ✓ ハンズオン授業による人材育成の事業化の推進。特に、海外機関を対象とした事業の展開。
- ✓ 高専生や高校生など、対象を広げたハンズオン授業による人材育成を推進。



事後評価票

※「4. (2) 成果」以外については平成27年3月末現在で記載

1. 課題名 缶サット・超小型衛星を用いた創造的科学技术人育成ネットワークの構築
2. 主管研究機関 特定非営利活動法人 大学宇宙工学コンソーシアム
3. 事業期間 平成24年度～平成26年度
4. 総事業費 24百万円
5. 課題の実施結果
(1) 課題の達成状況
「所期の目標に対する達成度」 本課題の初期の目標は大学生・大学院生を対象とする宇宙科学技術人材の高等教育プログラムの提供と、そのための人材育成ネットワークの構築であり、以下に示す根拠の通り、その目標を達成したのみならず、より広く一般の方々にも宇宙利用に対する理解を促進する教材およびプログラムを開発することができた。 【宇宙科学技術人材の高等教育プログラムの提供】 <ul style="list-style-type: none">・ 缶サットの専門教育テキスト「CanSat-超小型模擬人工衛星-」を作成し、超小型衛星やCanSatを用いた教育を組織的に行っている、あるいは行う予定のある研究室等の団体（大学36校47団体、高専2団体、インターカレッジ・サークル2団体）とUNISEC会員に配布。約2,500部を発行。・ 入門用缶サット「i-CanSat」及び缶サットと超小型衛星CubeSatとの技術的ギャップを埋めるための、より衛星に近い模擬衛星「Hepta」の2つの教材を開発。・ i-CanSat及びHeptaをそれぞれ用いたハンズオン教育プログラム「CLTP（CanSat Leader Training Program）」及び「Heptaワークショップ」の2つを開発・実施。・ UNISEC加盟研究室によるハンズオン授業を5つ実施。そのうち、特に3つ（九工大「振動試験ワークショップ」、理科大「カメラで学ぶ電子工作」、日大「超小型人工衛星の開発・運用現場体験」）は継続的に実施中。 【人材育成ネットワークの構築】 <ul style="list-style-type: none">・ 缶サット及び超小型衛星のデジタル・アーカイブサイト「CanSat Mapping」（http://cansat.archiving.jp）を構築し、缶サット等を開発した学生間の連携の場を提供。海外からも参加。・ 缶サットや超小型衛星を用いた教育に関する連携関係を4か国と構築。 【その他】 <ul style="list-style-type: none">・ 自治体や学会と連携し、ハンズオン授業を小学生から社会人まで、体験学習・宇宙利用のアウトリ

一ちに利用。また、「i-CanSat」や「Hepta」を製品化して受注（「i-CanSat」は九工大より3個、一般の方より1個、「Hepta」はアンゴラ国通信省より8個、ガーナ・All Nations University Collegeより3個）。「CLTP」や「Hepta ワークショップ」を海外機関の研修（大学教員やアンゴラ国通信省研究者など、これから衛星を打ち上げることを予定している、あるいは、打ち上げている機関が、衛星開発あるいは衛星運用の基礎を学ぶための研修）に利用。

「必要性」

本課題は次の点で必要性があり、当該期間に実施すべき時宜にかなった課題であった。

- 1) 科学的・技術的意義：国内外で10kg以下の超小型衛星の開発・打ち上げが2013年後半から一気に増加した一方で、低い成功率が問題となっている現在、超小型衛星の基礎技術を学ぶ必要性が急速に高まっている。そこで、これに対処する方法のひとつとして考えたのが、本物の衛星を開発した経験のある大学教員による模擬衛星「i-CanSat」、ならびに「Hepta」の開発であった。これらが上記の成功率低下の問題の解決に貢献できるかどうかは、これからの衛星打ち上げの結果次第であるが、これらを用いたプログラム「CLTP」や「Hepta ワークショップ」を受講した海外大学（モンゴル国立大学やガーナ・All Nations University College）が現在、九工大と連携して初めて超小型衛星開発を開始していることから、本課題は「成功率を高めるためには模擬衛星で基礎技術を学んでから本物の衛星開発へと進むことが効果的である」という考え方を国内外で再認識するきっかけはつくることができたと考えられる。
- 2) 社会的・経済的意義：「CLTP」や「Hepta ワークショップ」が事業化され、海外の宇宙機関や大学の研究者・技術者向けの研修に使われるようになったことは、これらの事業が人材育成事業として高持続的に展開できる可能性を示している。また、今後の海外からの日本の超小型衛星の購入につながるという意味で、日本の超小型衛星の国際競争力向上に貢献する。
- 3) 国費を用いた研究開発としての意義：大学等、教育機関による超小型衛星の成功率向上は、宇宙デブリ問題や周波数枯渇等の問題を克服する上で、国際的に重要な課題となっており、その解決に人材育成面から貢献できる本事業は、国として行うべき事業である。
- 4) 国益確保への貢献：宇宙開発に新規参入する国々との連携を構築したことは、今後、超小型衛星分野で日本が海外と連携して研究開発を進める際に有利にはたらくと考えられる。

「有効性」

本課題の実施は、次の点で有効であった。

- 1) 研究開発の質の向上への貢献：超小型人工衛星開発の基礎を学ぶプログラムを開発したことで、今後の大学等による超小型衛星の成功率ならびにミッションの質の向上に貢献したこと。
- 2) 実用化・事業化への貢献：「i-CanSat」や「Hepta」が宇宙人材育成のための教材として製品化されたこと、並びに、これらを用いた人材育成プログラム「CLTP」、「Hepta ワークショップ」が事業化されたこと。
- 3) 人材育成：「i-CanSat」や「Hepta」といった教材、「CLTP」や「Hepta ワークショップ」、UNISEC加盟研究室でのハンズオン授業は、大学生・大学院生、あるいは、高校生や高専生に至るまで、宇宙

人材を育成することに貢献したこと。

- 4) 波及効果：本事業で開発した人材育成プログラムは、宇宙人材育成にとどまらず、宇宙利用への理解を促進するアウトリーチ活動、並びに、宇宙利用に新規参入する海外の国々に対するキャパシティビルディングへの利用、超小型衛星に関連した国際連携関係促進への貢献といった波及効果をもたらした。

「効率性」

- 1) 計画・実施体制の妥当性：テキストの執筆（9名）、編集作業（1名）、ハンズオン教材の開発（3名）、ハンズオン授業の実践（7名）といった作業の役割分担を明確にし、短期間に少ない人数で実施したこと、並びに、缶サットのテキストは超小型衛星分野における国内トップクラスの研究者で執筆し、ハンズオン教材やハンズオン授業も実際の超小型衛星開発・利用を成功させている研究者で開発したことにより、計画通りに初期の目標を達成できたことから、計画は妥当で、実施体制も適切であったと考える。
- 2) 費用対効果向上方策の妥当性：ハンズオン教材及びハンズオン授業は、学生や一般の方々、海外の研究者等に実際に使用・体験されており、そのフィードバックを無償で得ることで、改良できた。これにより、最小限の費用で最大の効果を得ることができた。
- 3) 研究開発の手段やアプローチの妥当性：缶サットのテキストを作成する段階で、これまでの缶サット教育や超小型衛星開発の問題点意識を共有し、それに基づいたテキスト執筆、ハンズオン教材、ハンズオン授業の開発を行った。これにより、明確な方向性を持った研究開発を遂行することが可能になり、結果として早期に教材の製品化、授業の事業化を達成した。この点において、本事業における研究開発の手段やアプローチは妥当であった。

（２）成果

※平成27年11月1日現在

「アウトプット」

本課題は、初期の目標を達成するため、次の4つの成果目標を掲げた。

- ① 大学向け缶サット専門教育テキストの編集・完成
- ② 缶サット・超小型衛星の開発／教育現場の連携システム構築
- ③ 学生が宇宙開発・利用のアウトリーチを行う社会還元プログラムの構築
- ④ 缶サット教育を推進したい海外の研究者との連携システム構築

本課題の実施により、以下の通り、この4つの成果目標に合致した9つの具体的成果を得ており、成果は十分なものであった。

- ① 大学向け缶サット専門教育テキストの編集・完成

【成果1】大学生向けの本格的な缶サット専門教育テキスト「CanSat ー超小型模擬人工衛星ー」を作成・配布（平成26年8月に達成）

缶サットや超小型衛星、宇宙機器を実際に開発・運用しているメンバーが執筆した、CanSatに関する世界初の本格的なテキストを作成し、これを、関係機関（超小型衛星やCanSatを用いた教育を組織的に行っている、あるいは行う予定のある研究室等の団体とUNISEC会員）に配布。平成26年8

月 22 日に、本テキストを書籍「CanSat -超小型模擬人工衛星-」を製作し、平成 26 年度末までに約 2,500 部発行。

【成果 2】入門用 CanSat「i-CanSat」を開発（平成 26 年 3 月に達成）

これまでの UNISEC における衛星開発のノウハウを反映し、かつ、ユーザが自由に設計・開発できるボードを有するなど拡張性に富んだ入門用 CanSat「i-CanSat」を平成 25 年度に開発。試行授業を通じてユーザの意見を反映させ、バージョンアップを繰り返し、平成 27 年 3 月にはバージョン 6 を完成。細かな部分に衛星設計・製作のノウハウがちりばめられており、「i-CanSat」の中身を理解することを通して、実際の衛星開発に役立てることが可能。平成 26 年 9 月の米国でのモデルロケットによる缶サットの打ち上げイベント ARLISS (A Rocket Launch for International Student Satellite) でも打ち上げ、全ての機器が予定通り動作し、写真撮影等も問題ないことを実証した。

【成果 3】CanSat のプロジェクト授業の映像コンテンツ化（平成 26 年 2 月に達成）

缶サットの歴史や基礎技術、成果 2 の i-CanSat の製作、気球やモデルロケットを用いたフィールド実験、事後評価を行うハンズオン授業を試行し、授業の様子を映像コンテンツ化。E-learning システムを開発し、ハンズオン授業の参加者は映像での事前学習が可能になった。

② 缶サット・超小型衛星の開発／教育現場の連携システム構築

【成果 4】どこでも実践的に衛星開発を学べる 7cm 立方の模擬衛星「Hepta」を開発（平成 26 年 2 月に達成）

缶サット・超小型衛星の開発／教育現場の連携を深めるため、ハンズオン教育教材、特に、模擬衛星缶サットと超小型衛星 CubeSat との技術的ギャップを埋めるための教材が必要と考え、より衛星に近い模擬衛星「Hepta」を開発。UNISEC のこれまでの衛星開発のノウハウ、特に、衛星のシステム・アーキテクチャやインテグレーション手順、試験手順を学習可能。Hepta を使ったハンズオン授業と、授業用テキストも開発。英語版も開発し、国内とガーナでハンズオン授業を開催。それらハンズオン授業を通じてバージョンアップを重ねた。

【成果 5】ハンズオン授業を開発（平成 26 年 2 月に達成）

UNISEC 内の缶サット・超小型衛星の開発／教育現場の連携を深めるため、UNISEC 加盟研究室それぞれの特徴を生かしたハンズオン授業を開発・実施。それらの中でも、九工大での「振動試験ワークショップ」、東京理科大での「カメラで学ぶ電子工作」、日大での「超小型人工衛星の開発・運用現場体験」は小学生から社会人まで、様々な受講者を対象として開催するワークショップに発展。i-CanSat を教材とし、教員と学生が講師となって教える英語でのハンズオン授業「GLTP」(CanSat Leader Training Program) を開発し、北大・植松電機(株)にて毎年実施できる体制を整備(25 年度 9 名、26 年度 7 名)。Hepta を教材としたハンズオン授業「Hepta ワークショップ」も開発・実施(平成 25 年度 18 名、26 年度 13 名)。これらハンズオン授業の回数を重ねてブラッシュアップした。

③ 学生が宇宙開発・利用のアウトリーチを行う社会還元プログラムの構築

【成果 6】CanSat・超小型衛星のアーカイブサイト「CanSat Mapping」の構築（平成 26 年 3 月に達成）

国内外の CanSat や超小型衛星の情報を集めたデジタル・アーカイブサイト「CanSat Mapping」を立ち上げた(<http://cansat.mapping.jp/>)。運営は学生が主体となって実施し、継続的に使用できる体制を整えた。

【成果 7】学生によるアウトリーチ活動（平成 27 年 11 月に達成）

高校生の衛星電波受信体験（平成 25 年 6 月）、イベントでの展示（平成 25 年 8 月、26 年 8 月、11 月）、一般向けの CanSat 製作体験教室（平成 26 年 11 月）など、大学生・大学院生が高校生や一般の方々に対して、宇宙工学や超小型衛星に関するアウトリーチ活動を学生が実施。それらを恒常的に実施する体制を整備した。

④ 缶サット教育を推進したい海外の研究者との連携システム構築

【成果 8】海外の研究者との連携関係の構築（平成 27 年 3 月に達成）

教員・学生を海外に派遣し、缶サットや超小型衛星を用いた教育に関する連携関係を、国立モンゴル大学（モンゴル、平成 25 年 5 月）、イスタンブール工科大学（トルコ、平成 25 年 6 月）、ナミビアポリテクニク（ナミビア、平成 25 年 7 月）、オールネーションズ大学（ガーナ、平成 25 年 3 月、26 年 3 月、27 年 3 月）と構築。また、UNISEC Global Meeting を平成 26 年 11 月に開催し、43 カ国から 144 名（日本から 59 名、その他 42 カ国から 85 名）の参加者を得た。

【成果 9】海外の研究者・学生との継続的な連携の場の設置（平成 26 年 11 月に達成）

成果 8 の UNISEC Global Meeting で、CanSat を用いたハンズオン教育の今後の展望や、宇宙開発・利用に関する国際的な学生コミュニティの構築について、海外からの参加研究者・学生とグループディスカッションを行った。その結果として、CanSat 教育の今後のビジョンをまとめるとともに、国内外の学生同士による連携の手始めとして、日本・韓国・ガーナ・ペルーの 4 カ国の学生で skype 会議を継続的に実施するに至った。

「アウトカム」

本課題は以下のような効果をもたらした。

- 1) 缶サット・超小型衛星の開発を行っている大学研究室の連携の強化
- 2) これから宇宙利用に参画しようとしている海外の国々との連携
- 3) 一般の方々の缶サットや宇宙利用、宇宙人材育成に対する関心の向上

また、本課題により、以下のような波及効果があった。

- 1) 缶サットのテキストの海外展開：テキストが海外の関心を呼び、平成 27 年度に韓国語に翻訳された。また、英語版も公開予定。
- 2) ハンズオン授業の海外展開：ハンズオン授業が海外の関心を呼び、平成 26 年 4 月、27 年 10 月にアンゴラ通信省の研究者にワークショップを開催。

（3）今後の展望

今後の展望・計画は以下の通りである。

- 1) 教材の普及拡大：本事業で開発した教材「i-CanSat」、「Hepta」を製品化したことで、学生のみならず、一般の方々にも缶サットを通じた学習が広がり、宇宙利用への関心が深まる。実際、既に「i-CanSat」には一般の方々や大学、高専から引き合いがあり、納品している。今後も製品の改良を継続するとともに、一般市場への PR も行うことで教材のさらなる普及を進める。
- 2) ハンズオン授業の事業化：「i-CanSat」を教材としたトレーニングプログラム「CLTP」、「Hepta」を用いた研修プログラム「Hepta ワークショップ」は既に事業化されたが、これがますます普及し

ていくと予想される。実際、平成 27 年 10 月から開始された科学技術館による高校生の教育プログラムに「Hepta ワークショップ」は採用され、平成 28 年 4 月からは民間企業の研修プログラムにも採用予定である。これらにより、缶サットを用いた人材育成プログラムが広がること、並びに、宇宙利用に参画する企業等が増えることが予想される

6. 評価点

A

評価を以下の 5 段階評価とする。

- S) 優れた成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に著しく貢献した。
- A) 相応の成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に貢献した。
- B) 相応の成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に貢献しているが、一部の成果は得られておらず、その合理的な理由が説明されていない。
- C) 一部の成果を挙げているが、宇宙航空利用の明確な促進につながっていない。
- D) 成果はほとんど得られていない。

評価理由

本事業では 4 つの目標（①大学向け缶サット専門教育テキストの編集・完成、②缶サット・超小型衛星の開発／教育現場の連携システムの構築、③学生が宇宙開発・利用のアウトリーチを行う社会還元プログラムの構築、④缶サット教育や推進したい海外の研究者との連携システムの構築）を立てて実行したが、いずれも UNISEC の経験が活かされた高度な教育内容であり、かつグローバルな取り組みも評価できる。また、宇宙利用の裾野拡大を実現する新たな高等教育プログラムが提供され、相応の成果を挙げており、宇宙航空利用の促進に貢献している。

なお、今後も本事業を持続するとともに、更なる工夫を通じて、より一層の発展を期待したい。