

「宇宙インフラ活用人材育成のための大学連携国際教育プログラム」の成果について

研究 開発 体制	主管研究機関	東京大学	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) 66.9百万円		
	共同研究機関	東京海洋大学、慶應義塾大学		1年目		2年目	3年目	
				25.1百万円		24.2百万円	17.6百万円	

研究開発の背景・全体目標

宇宙インフラの利活用を前提とした社会基盤システムを開発・実現・運営する専門家、同時に社会基盤システムの革新に必要な宇宙インフラを国際的な国際的なスケールで構想・計画できる専門家はきわめて不足している。我が国の宇宙インフラ利用促進、新産業創出、国際貢献、開かれた国益実現のためには、こうした専門家を早急に育成することが不可欠である。

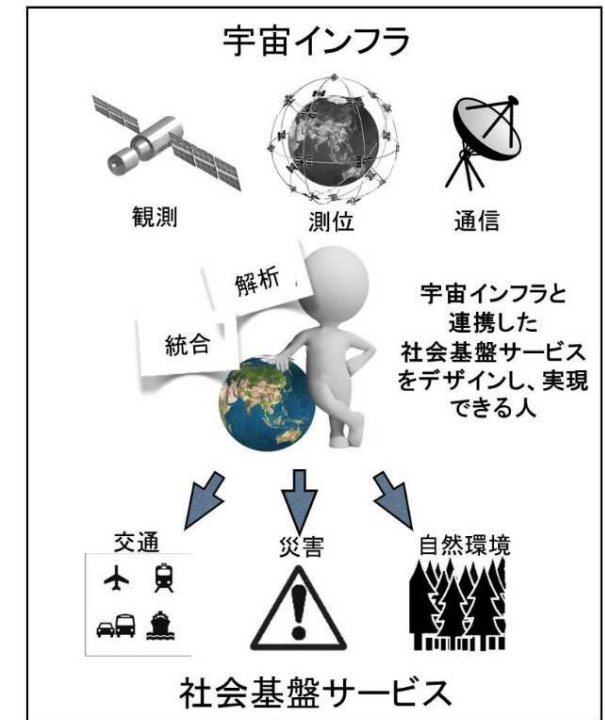
本事業は、宇宙インフラの利活用を前提とした社会基盤システムを開発・実現・運営するため、宇宙インフラ利用技術、社会基盤サービス技術、そしてシステムを計画・開発・運営する技術を有し、**国際的なスケールで構想・計画できる人材を長期的な視点から育成する**国際プログラムとそれを支える教材、教授法を世界で初めて開発することを目的とした。

研究開発の全体概要と期待される効果

「測位・観測・通信等の衛星群からなる宇宙インフラの利活用を前提とした社会基盤システム(防災、交通管理、環境管理等)を開発・実現・運営し、同時に社会基盤システムの革新に必要な宇宙インフラを構想・計画できる専門家」の育成を目標に、日本をリードする3大学(東京大学、東京海洋大学、慶應義塾大学)が海外の大学・パートナー企業等と連携し、国内外プロジェクト等をケース教材としながら、「日本発」の国際人材育成プログラムを立ち上げるものである。

こうしたプログラムは、国内・海外大学に例はなく、併せてオープンソース教材(世界初のマルチ衛星マルチ周波数対応オープンソースGNSS受信機など)を開発・使用しつつ、国際的な協働プロジェクトやインターンシップを利用して、社会システム構築のケースメソッド教育を実施するきわめてユニークな取り組みである。

本プログラム出身の専門家の支援があれば、防災、交通等、重要な社会基盤サービスが宇宙インフラを共通利用することで効率的に実現し、宇宙インフラの多面的な高次利用も促進できることから、本プログラムの公益性、実用性、社会的なインパクトは大きい。



- ・ G空間エキスポでシンポジウムを開催した（H25年、H27年）
- ・ タイ科学技術展で活動展示を行った（H26、H27）
- ・ H25から事業広報のためのWebサイトを開設、運営を継続している
- ・ タイのAITで集中講座を開講した（H25, H26, H27）
- ・ GISソフトウェア操作ビデオを公開した
- ・ ロケーションビジネスへ出展した（H25, H26）
- ・ 科学技術交流フォーラムへ出展した（H26）

「宇宙インフラ活用人材育成のための大学連携国際教育プログラム」

実施内容及び主な研究開発成果

1. 設計されたカリキュラムに沿って週末チュートリアル、サマースクール等を行う

これまでに国内で週末チュートリアルを21回、3日間に渡るサマースクールを3回行った。チュートリアルのは平均して30名、サマースクールは40名が参加している。(H25,26,27)

海外ではタイ国のAIT(Asian Institute of Technology)において、G空間に関する4つの集中講義(計11日)を開講した。この集中講義は毎年40名の学生の受講があった。(H26,27)



チュートリアルの様子

H26年度の実績

日付	イベント	場所	参加人数
4月20日	第1回マンスリーチュートリアル	慶應義塾大学日吉キャンパス	38
5月11日	第2回マンスリーチュートリアル	東京大学駒場リサーチキャンパス	28
6月22日	第3回マンスリーチュートリアル	東京海洋大学越中島キャンパス	22
7月20日	第4回マンスリーチュートリアル	慶應義塾大学日吉キャンパス	31
8月4日	サマースクール 東大1	東京大学駒場リサーチキャンパス	32
8月5日	サマースクール 東大2		33
8月6日	サマースクール 東大3		24
9月4日	海外集中講義 1	AIT	40
9月5日	海外集中講義 1		
9月6日	海外集中講義 1		
9月11日	海外集中講義 1		
9月12日	海外集中講義 1		
9月13日	海外集中講義 1		
9月19日	海外集中講義 1		
9月20日	海外集中講義 1		
9月25日	海外集中講義 1		
9月26日	海外集中講義 1		
9月27日	海外集中講義 1		
9月21日	第5回マンスリーチュートリアル	東京大学駒場リサーチキャンパス	18
10月19日	第6回マンスリーチュートリアル	東京海洋大学越中島キャンパス	18
11月18日	G-SPASE シンポジウム	慶應義塾大学三田キャンパス	108
12月23日	第7回マンスリーチュートリアル	慶應義塾大学日吉キャンパス	22
1月18日	第8回マンスリーチュートリアル	東京大学駒場リサーチキャンパス	20
2月17日	G-SPASE 活動報告セミナー 1	東京大学駒場リサーチキャンパス	27
2月18日	国際シンポジウム「Research and Development」 / G-SPASE 活動報告セミナー 2	東京大学駒場リサーチキャンパス	47
		(合計)	(468)

「宇宙インフラ活用人材育成のための大学連携国際教育プログラム」

実施内容及び主な研究開発成果

2. 整備したハードと平成25年度に継続して開発・改良したソフトを利用して教育効果を高める

実施したチュートリアルとサマースクールの講義ビデオ、デジタル化した講義資料をe-learningシステムで視聴できるようにした。このことにより、学生が興味ある講義やトピックスを繰り返し聴講できるため、高い復習効果が期待できるようになった。また、海外から参加を希望する学生へも容易に教材を提供できるようになった。

サマースクールなどでオープンソースのアプリケーションソフトウェアを使った画像処理、衛星測位の実習は、実例を題材にすることで参加者のインセンティブを高めた。



サマースクール実習風景

「宇宙インフラ活用人材育成のための大学連携国際教育プログラム」

実施内容及び主な研究開発成果

3. 教材の開発、素材の収集・整理等を継続して進める

マンスリーチュートリアル講義資料を整備し、e_learningシステムへ追加した。これまでに100時間を超える、講義ビデオを整備した。

[担当授業一覧へ戻る]
[Back to Course list]

■ 教員用メニュー Faculty Menu

■ 授業情報 Course Information

- 授業ページTOP
Course top page
- 参考文献
Reference readings
- 講義タイトル・概要
Course title and summary

■ 履修者情報 Student information

- 履修者名簿
Student list
- 履修者の受講状況
Students' participation
- 履修者の自己紹介一覧
Students' self introduction

■ 履修者への連絡

Notification to students

- 授業TOPのお知らせ掲載
Upload notification on course top page
- 履修者への一斉メール
E-mail notification to registered students
- お問合せ一覧・回答
List of inquiry and reply

■ 課題関連 Assignment

- 課題の出題
Upload assignments
- 課題の提出状況確認
Check the assignment submission status

■ 聴講者・TAの追加

Add non-registered students and TA

- 聴講者の追加

Add non-registered students

授業ビデオ・資料
Lecture videos and materials

受講したい回のタイトル部分をクリックして下さい。
合計ビデオ受講回数: 2回
※講義ビデオ再生にはFlash Playerが必要です。
Click the title to watch the lecture.
You need Flash Player to play the video.
The number of lectures you watched: 2 times

● - 受講済 Already watched / ★ - 未受講 Haven't watched / = - 未公開 Not available
緑文字はビデオを開始した時間 The time you started the video is shown in Green

No.01 • 2014/05/11 - G-SPASE 2nd Seminar Opening 1 【3/30受講済】 - 11/12 up
2015-03-30 15:20
prof.Shibasaki
★Video G-SPASE 2nd Seminar Opening 1

No.02 ★ 2014/05/11 - G-SPASE 2nd Seminar Opening 2 - 11/12 up
prof.Ebinuma
★Video G-SPASE 2nd Seminar Opening 2

No.03 ★ 2014/05/11 - SNS Utilization for Project - 11/12 up
★Video G-SPASE 2nd Seminar SNS Utilizaiton for Project
SNS Utilization for Projec

No.04 • 2014/05/11 - Recruiting G-SPASE Team Members! 【3/30受講済】 - 11/12 up
2015-03-30 15:20
Agri-Intelligence
★Video G-SPASE 2nd Seminar Agri-Intelligence
Recruiting G-SPASE Team Members!

No.05 ★ 2014/05/11 - EWS - 11/12 up
★Video G-SPASE 2nd Seminar EWS
EWS

e_Learningのスクリーンショット

「宇宙インフラ活用人材育成のための大学連携国際教育プログラム」

実施内容及び主な研究開発成果

4. カリキュラムの設計、情報管理インフラ(教材管理・配信システム等)の整備、ソフトウェア教材(オープンソースGISや独自開発のRTKLIB(精密測位解析ライブラリ)など)の開発、改修を行う。整備した受信機アンテナ等のハードウェア教材とソフトを利用した指導を行う。教材の素材コンテンツ(特にGISデータ)の収集・整理を継続して行う

設計したカリキュラムに基づき教材管理・配信システムの改修、オープンソースの精密測位解析ライブラリ(RTKLIB)開発をした。また、精密測位のために整備した基準点のアンテナと受信機の関係や信号受信の方法について、マンスリーチュートリアル、サマースクール、AITでの集中講義で行った。衛星測位の原理や仕組みの理解を促進させ、オープンソフトを使うことで、参加学生の高精度衛星測位への関心を高めた。



カリキュラムの構成

「宇宙インフラ活用人材育成のための大学連携国際教育プログラム」

実施内容及び主な研究開発成果

5. ソフトウェア教材の開発継続と改良を行う。衛星リモートセンシング、GISについてはオープンなソフトウェア教材と教材用コンテンツを引き続き整備・拡充・改良する。特に社会基盤サービス実現の視点から補強するために教材素材、GISデータ素材を収集・整理し、教材を継続的に作成する。

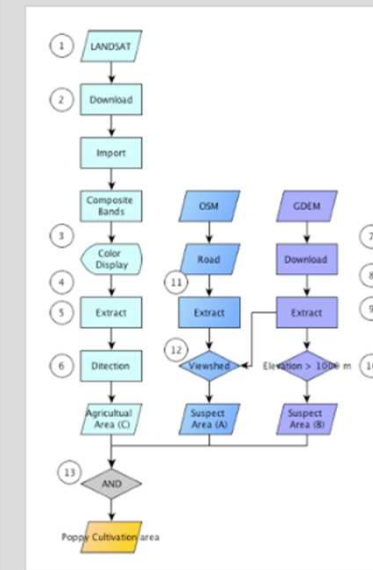
オープンソフトウェア、QGISとGRASSの最新版をe-Learningメニューの中から更新できるようにした。このオープンソフトの使い方を解説した画像解析チュートリアル動画を12本制作し、公開した。

(<http://gestiss.org/hand-on-with-qgis/>)

教材用データとしてアジア人口上位100都市を含むランドサット画像、ミャンマーのランドサット画像、ラオス国のGISデータ(行政境、道路、各統計情報など)の収集と衛星画像から家屋などを検出したサンプル画像とベクターデータを整備した。

Hands-On with QGIS

Detect Poppy Cultivation Spots This tutorial shows to detect poppy cultivation using LANDSAT image, GDEM, and OSM. The detection flow is bellows;



- (1) Find out LANDSAT image for your interest area
- (2) Download Free LANDSAT image
- (3) Color composite and false color image display
- (4) Reprojection from UTM to WGS84
- (5) Clip image with coordinates
- (6) Digitizing (Image interpretation)
- (7) Download ASTER GDEM
- (8) Merge DEMs
- (9) Clip DEM
- (10) Make an elevation mask

(11) Download Open Street Map and remove excess data

(12) Viewshed Analysis

(13) Viewshed Analysis

動画チュートリアルの公開サイト画面(<http://gestiss.org/hand-on-with-qgis/>)

* (13)の動画は9ヶ月間で1230回の視聴実績があった。

「宇宙インフラ活用人材育成のための大学連携国際教育プログラム」

実施内容及び主な研究開発成果

6. 衛星測位についてRTKLIB(精密測位解析ライブラリ)、ソフトウェア受信機などのソフトウェア教材の開発・改良を継続するとともに、開発してきた教材を利用した講義や演習を行う

RTKLIBを利用して解析結果に関する講義を実施した。これまで高額な商用ソフトウェアで提供されていたため、少なかった高精度衛星測位に関する学習機会を広げることができた。
また教材のソフトウェア受信機を用いて移動体データの解析を行い、成果を学会で発表した。



GNSS実習風景

「宇宙インフラ活用人材育成のための大学連携国際教育プログラム」

実施内容及び主な研究開発成果

7. 演習用のGNSS受信機等の海外設置を検討する。

アジアの主要都市へ演習用の測量グレードの受信機の設置を検討した。具体的には受信機設置、運用の実現可能性をフィリピン、インドネシア、タイ、ミャンマー、ラオス、ベトナムで調べた。



受信アンテナの設置場所選定

「宇宙インフラ活用人材育成のための大学連携国際教育プログラム」

実施内容及び主な研究開発成果

8. ソフトウェアGNSS受信機を国内外で積極的に活用し、高精度用受信機開発の支援ができるようにする。

東京海洋大学越中島キャンパス、東京大学駒場リサーチキャンパス、慶応義塾大学日吉キャンパスにそれぞれGNSSアンテナと受信機を設置した。このことにより、これらの受信機を電子基準点として利用するRTK-GNSS測位が、東京都中心部から神奈川県の一部地域にかけての範囲で可能になり、学生はいつでも高精度衛星測位の実験が行えるようになった。GNSS関連企業と打ち合わせを行い、高精度受信機と高精度受信機用フロントエンドの開発の支援を行った。



設置した電子基準局のカバー範囲



東京大学へ設置したアンテナと受信機

「宇宙インフラ活用人材育成のための大学連携国際教育プログラム」

実施内容及び主な研究開発成果

9. デザイン方法論、システムズエンジニアリング、国際プロジェクトマネジメントについてはJAXAとの「システムズエンジニアリングおよびその周辺分野に関する協力協定(平成19年10月18日締結)」などによって蓄積している成果をもとに本プログラムに適用させた教材、教育用プラットフォームを運用する。

アジア工科大学大学院(AIT)での集中講義で、空間情報工学の概要と最新の動向の紹介、システムデザイン、システム思考を中心とした“Introduction to Spatial Information Engineering”講座を開講した。さらに、デザイン思考とシステムズエンジニアリングを組み合わせたプロセス、手法を用いてグループごとに複数の課題解決ソリューションのアイデアを作成して参加者全員で共有するグループワークを行った(H25, 26)。



システムデザイン思考実習

「宇宙インフラ活用人材育成のための大学連携国際教育プログラム」

実施内容及び主な研究開発成果

10. 宇宙インフラデータを扱うデータ管理システムのためのデータを引き続き整備する。

講義資料と講義の様態を撮影したビデオデータの配信を目的としたe-Learningシステムへ、過去3年分蓄積したビデオデータを整理した。100時間以上分のビデオデータと、それに付随する講義資料がすでに保存されており、学生および教員は、ネットワークに接続できる環境であれば世界中どこからでもアクセス可能とした。

11. 教材や関連データコンテンツ等を効率的に管理し、学生からは容易に利用できる「教材管理・配信システム」を引き続き更新、運用する。また、ケースメソッド教育用プラットフォームも更新、運用する。。

e-LearningシステムとWebサーバーを運用し、コンテンツの更新と配信を行った。員/学生の閲覧の制御を可能にする機能の追加やデータアップロード手法の改良など追加するなど、毎年改良を続けている。

「宇宙インフラ活用人材育成のための大学連携国際教育プログラム」

実施内容及び主な研究開発成果

12. アジア工科大学院、バンガラデシュ工科大学、ヤンゴン工科大学等においてチュートリアル、集中講義等を行い、カリキュラムや教材等の改良に反映する。

アジア工科大学院、バンガラデシュ工科大学、ヤンゴン工科大学で集中講義を行った(H25,26,27)。インターネットを利用したストリーミング配信によるマンスリーチュートリアルに対する海外からの聴講希望があることがわかり、技術、実施方法を検討することにした。



AITでの集中講義風景

「宇宙インフラ活用人材育成のための大学連携国際教育プログラム」

実施内容及び主な研究開発成果

13. アジア工科大学院で収集したニーズを反映させた講義や協働プロジェクトを行い、現地の実務活動に関するニーズを再収集する。

アジア工科大学院での講義では、昨年度のニーズを踏まえて、講義と同時に、空間情報技術や衛星測位技術の利用に関する3回のアイデアソンを行った。また、アイデアソンは民間企業と協働で実施して、今後の実務活動に関するニーズを収集した。



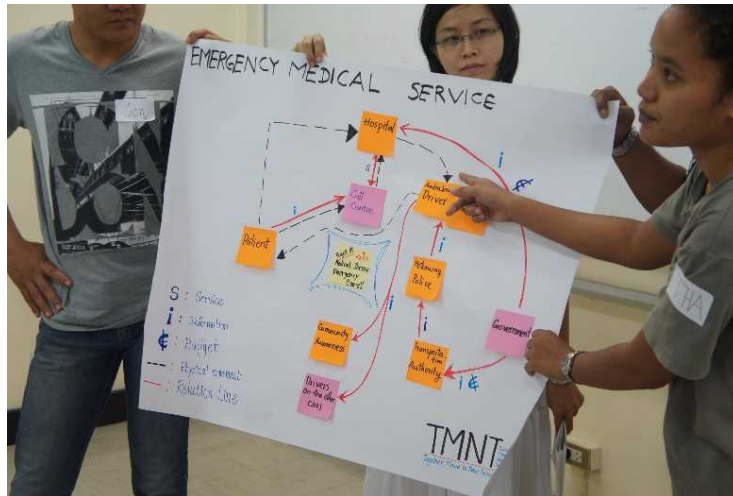
アイデアソンの風景

「宇宙インフラ活用人材育成のための大学連携国際教育プログラム」

実施内容及び主な研究開発成果

13. アジア工科大学院で収集したニーズを反映させた講義や協働プロジェクトを行い、現地の実務活動に関するニーズを再収集する。

アジア工科大学院での講義では、昨年度のニーズを踏まえて、講義と同時に、空間情報技術や衛星測位技術の利用に関する3回のアイデアソンを行った。また、アイデアソンは民間企業と協働で実施して、今後の実務活動に関するニーズを収集した。



アイデアソンの風景



アイデアソンの風景

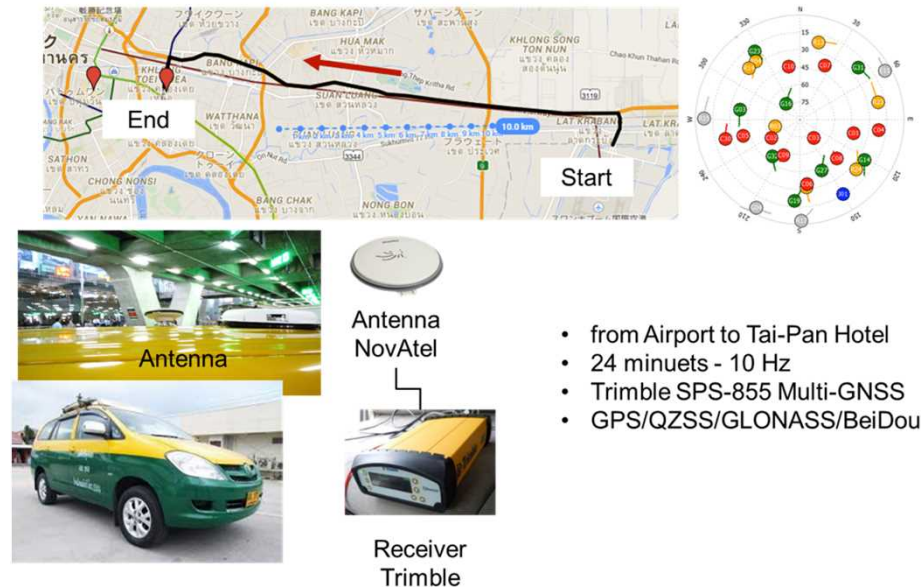
「宇宙インフラ活用人材育成のための大学連携国際教育プログラム」

実施内容及び主な研究開発成果

14. 衛星測位については、アジア工科大学院を拠点として準天頂衛星やマルチGNSS受信機の特長効果を実証実験し、GNSSの将来アプリケーションについての考えを各大学などと共有する。

準天頂衛星をはじめとするマルチGNSSの効果を検証するために、これまでにタイのチュラロンコン大学およびアジア工科大学院と実験を行った。実験は2014年1月、2014年8月、2015年2月にバンコク及びその周辺地域で実施し、解析結果を共有した。またGNSSの将来アプリケーションについてチュラロンコン大学の研究者と打ち合わせを行った。

“Suvarnabhumi Airport to Sukhumvit” Taxi RTK using Chulalongkorn’s CORS



バンコクでのタクシープローブ実験

「宇宙インフラ活用人材育成のための大学連携国際教育プログラム」

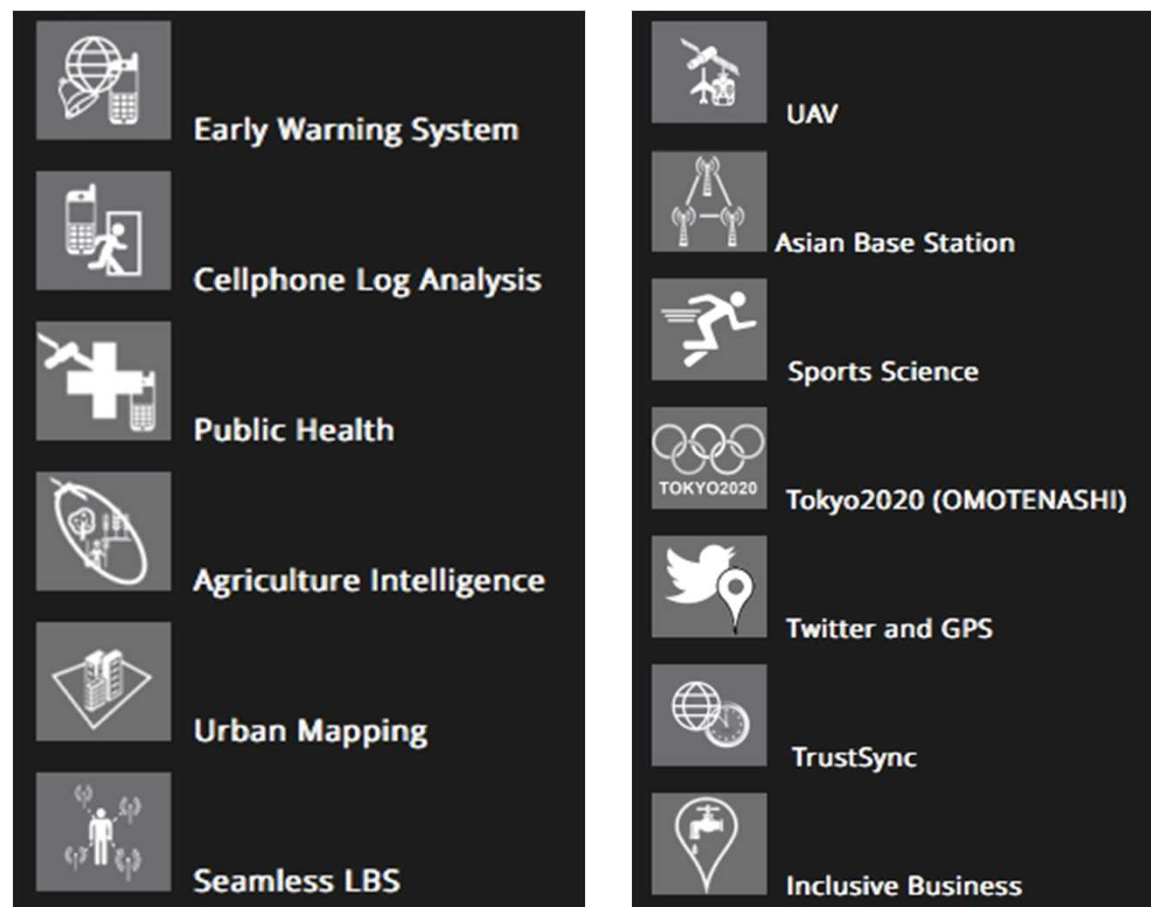
実施内容及び主な研究開発成果

15. 国内外広報用のウェブ等を運用し、アウトリーチを拡げる。

Webサイト運営の他、facebook、Youtubeなどを使い、活動の広報活動を行った。

16. 海外連携大学、パートナー企業等と連携して、学生チームを主体とした協働プロジェクトを実施し、社会貢献の重要性に関する学生の認識を深め、さまざまな技術・システムを統合してサービスを作りあげる経験を蓄積させる。

これまでに学生チームを主体とした13のプロジェクトを実施した。現在10のプロジェクトが進行中である。



「宇宙インフラ活用人材育成のための大学連携国際教育プログラム」

実施内容及び主な研究開発成果

17. システムズエンジニアリング、プロジェクトマネジメント等のケースメソッドを作成し、これを使った教育を開始する。一部はアジア工科大学院等でも試行し、教材や教授法の改良に反映する。

週末チュートリアルにおいて外部の実務家を講師として招聘し、実例を挟みながらどのように社会的な課題に対応していくかについて議論をし、ソリューションの開発という視点でシステムズエンジニアリング、さらにPDCAサイクルを中心とした事業の継続・改善に関してプロジェクトマネジメントについてケースメソッド教育を実施した。なお、これまで作成したネパールの情報化事業教材についてはさらに改良を行った

18. パートナー企業等と連携してインターンシップを開始する。企業ビジネス等を通じての社会貢献の重要性の認識を深め、ビジネスシーンでさまざまな技術・システムを統合してサービスを作りあげる経験を蓄積させる。

A社、B社と連携し企業の専門家を大学に派遣してもらう形で実事業の進め方や考え方などを継続的に指導いただき、特にソリューションのための技術やシステムの統合、プロジェクトのマネジメント等の知見を学生に提供していただいた。企業に学生を派遣することを当初計画したが、企業内の知財管理やデータ等に関する守秘義務の関係から、社内でのインターンシップは実施できなかった。

「宇宙インフラ活用人材育成のための大学連携国際教育プログラム」

実施内容及び主な研究開発成果

19. 国際シンポジウムを開催しその成果、知見、課題を国際的に発信する。

国際シンポジウムを4回(H24, H25, H26)に開催した。European GNSS Agency(GSA)やADBなどから専門家を招聘し、宇宙インフラおよび地理空間情報を活用したサービスの創出やその人材育成についての議論を行った。

20. 協働プロジェクト、国際シンポジウムやサマースクールでの国際コミュニケーション等セッションなどを利用して「現場感覚」の獲得を支援する。

国際シンポジウムなどへ学生に積極的な参加を促し、経験を体得させた。学生によるプロジェクトについては、各プロジェクトに所属する学生がその計画と現状の進捗についての報告を行い、産業界の関係者などとの議論を実施した。

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 : 4 国際 : 2	国内 : 31 国際 : 12	国内 : 0 国際 : 1	国内 : 5 国際 : 3	国内 : 4 国際 : 3
	受賞・表彰リスト		“TrustSync”, Regional Winner, European Satellite Navigation Competition (ESNC) 2013			

成果展開の状況について

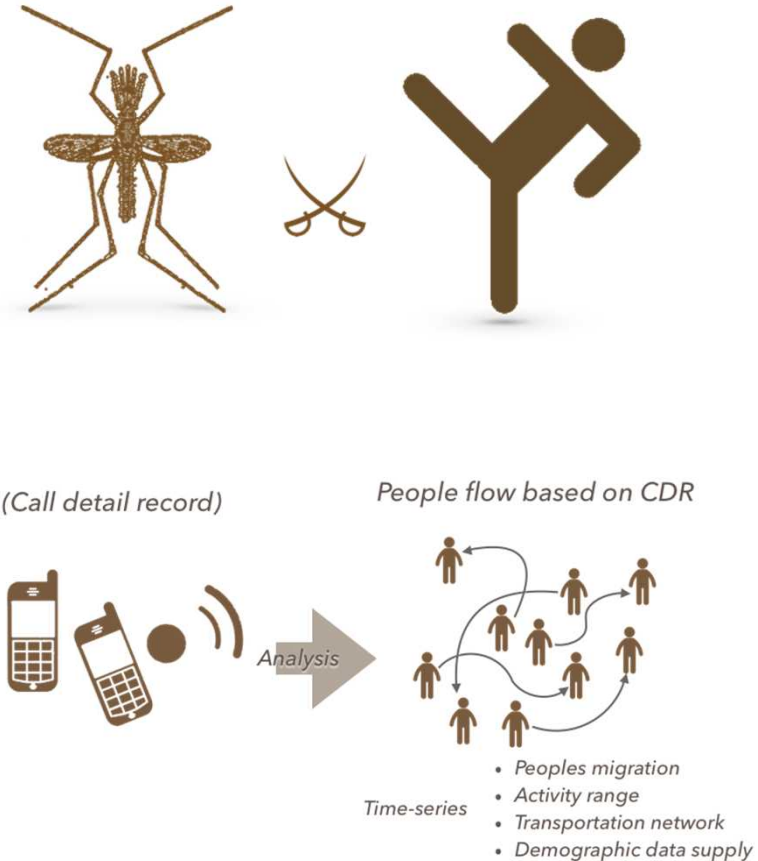
ラオス保健省のG空間情報を活用したマラリア感染症対策

G空間技術・情報を広く理解した者が、感染症伝播のモデルを理解することで、G空間情報が寄与できるポイントが見えてきた。また、ラオス保健省（MOH）の公衆衛生分野の研究者がG空間情報のポテンシャルに期待を持ち、両者が協働で国内のマラリア撲滅に向けた事業が動き始めた。

衛星画像分析を基に、マラリアを媒介するハマダラカの分布範囲を森林分布状況から推定、森林地域や農村部の詳細な人口分布を家屋検出から把握、道路ネットワーク、病院施設ロケーション、そのマラリア診療記録は保健省が整備しているGISデータを活用、さらに、携帯電話の通信記録(CDR)から国内の人の流れを分析することで、感染の空間的な広がりとその拡散状況を把握しようとするものである。

この分析結果を基に、より詳細な感染ハザードが示せるようになるだけでなく、医療資源の効果的な配置の実現、潜在するマラリアの宿主を見つけ、治療することでマラリア感染の危険がない地域を広げようとする取り組みである。現在、ラオス通信郵政省(MPT)が携帯通信事業者とCDR利用の調整を行っている。

この事業では、宇宙インフラ技術と社会基盤サービスを共に理解することにより実現した事業の一つであり、技術的に家屋検出は学生プロジェクトの衛星画像から農業の収穫予測を試みたディープラーニング解析技術や人の移動状況推定には携帯LOGアナリシスの成果が応用されている。



その他の研究開発成果

今後の研究開発計画

学習方法のさらなる進化

これまでの研究成果を踏まえ、学生ごとに異なるスキルや知識に応じた、より効果的、効率的な宇宙インフラ活用人材育成の構築とその実証を推進する。具体的には、社会課題解決のための宇宙人材育成に必要なスキル・知識に関する専門家である複数の大学の教員・研究者らが連携を図り、以下を実施する。

- ①国内外での協働プロジェクトの企画・参加によって得られる気づきや経験をもとに、学生がメンターの支援やe-learningによって、興味や必要なスキル・知識に応じて学べる**カフェテリア型学習**の開発。
- ②学生同士が各々のスキルや知識に応じて学び教えあうことによる主体的学びの連鎖を実現する**自律ネットワーク型学習コミュニティ**の創出。
- ③国際機関や現地法人、起業コミュニティとの連携によるプロジェクト成果**スタートアップ事業支援プラットフォームの構築**。そして、**ガイドライン、メンター制度、e-learningシステム**による目的に応じた学びの仕組みを提供し、国内外の若手社会人、大学院生から高校生までを対象にした**学び教えあうコミュニティ**を創出し、協働プロジェクトによる**社会課題事例を生み出す**ことが達成目標である。

それによって、以下の3つが実現することが期待される成果である。
様々な分野の学生が、

- (i)協働プロジェクトを通じて宇宙開発利用に関する学びのモチベーションを得る。
- (ii)各々の目的に応じて必要なスキル・知識を主体的に学ぶ。
- (iii) グローバルな社会課題解決に必要な国際的人脈や経験を得て、国際的な視野に立った次世代の宇宙人材として実社会で活躍する。

宇宙システム利用に向けての産官学の連携体制拡充への貢献。人脈、人材育成、情報収集など

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 宇宙インフラ活用人材育成のための大学連携国際教育プログラム
2. 主管研究機関 国立大学法人東京大学
3. 事業期間 平成24年度～平成26年度
4. 総事業費 66.9百万円
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」

所期(提案時)の目標に対する達成度を下表の通りまとめた。

	提案時の所期の目標	達成状況とその根拠(平成27年11月1日時点)
全体的な目標	「国内だけでなく海外でも活躍できる専門家人材を長期的な視点から育成する国際プログラムと、それを支える教材(「マルチ衛星マルチ周波数対応の世界初のオープンソースGNSS受信機」、「世界の定番よりも数段使い勝手の良いRTKLIB」など)、教授法(ケースメソッドによる宇宙インフラの利用システム教育など)を、東京大学・東京海洋大学・慶應義塾大学と海外大学の連携により世界で初めて開発することを目標とする。	<p>下記に示すように目標は十分達成されたと言える。</p> <p>1) G-SPASE という名称で国際プログラムとしてアジアでは広く認知され始めている。具体的には、AIT(アジア工科大学院・バンコク)では毎年定期的に2コース(空間情報工学とGNSS)を提供し、それぞれ40名程度の受講者がある人気コースとなっている。また宇宙や地理空間情報分野を志望する留学生、インターンシップ学生が中国、タイ、インド、インドネシアからこれまで1~2名であったものが5名を超えるなど顕著に増加した。</p> <p>2) タイ・フィリピンでは共催のワークショップ・シンポジウムなどが、日本からの働きかけ無しに現地のイニシアティブで開催されるようになってきている(平成26年度)。</p> <p>3) RTKLIBは、本プログラムを通じて継続的に改良され、世界でトップクラスの性能と使い勝手を有するソフトウェアと認知され始めた。それを利用した世界初のオープンソースGNSS受信機も提</p>

		<p>供され始めた。例えば、毎年 RTKLIB を対象としたトレーニングコースが開催されるほど人気がある。</p> <p>4) アジア開発銀行の協力により、途上国を対象とした空間情報利用に関するケース教材が完成した。また途上国の事情に応じた宇宙システム等の利用方法を考えることを支援するワークショップの方法・手順が確立され、AIT 等で定常的に利用され人気講義となっている。</p>
	大学院レベルの修了者（日本人・外国人の修士と博士）を3大学で合わせて毎年10名送り出せるプログラムが課題終了時に実現すること。	本プログラムは2年間での修了を想定しているため、平成26年度に「修了生」を送り出したが、東大4名、慶應大学5名、東京海洋大学3名（合計12名が修了し、目標が達成された。さらに、AITでも修了と同等と見なせる学生が3名出ている。
	また平成25年度、26年度においては、国内3大学と複数海外大学での実験的な教育・演習に毎年30名以上（日本人・外国人合計。ユニークな参加者）が参加すること	サマースクールやシンポジウム・ワークショップなどのイベントを含まない定期的な講義（月例会）では最大約40名、少ないときでも20名程度の定常的な参加がある。AITでの講義・演習では約80名の参加があり、目標は達成された。
	国内・海外で知名度が上がり優秀な学生を定常的に確保できる存在となること。	AITでは毎年定常的にコースを提供し、40名程度の受講者がある人気コースとなっている。また宇宙や地理空間情報分野を志望する留学生、インターンシップ学生が中国、タイ、インド、インドネシアから顕著に増加し、目標は達成されたと言える。
個別目標	学生からは容易に利用できる「教材管理システム」、講義や教材を配信する「教材配信システム」を導入する。	教材に関するファイルや講義動画等を管理・配信するシステムを構築し、プログラムを通じて参加者が定常的に利用している。目標は達成された。
	宇宙システムに関するデザイン方法論、システムズエンジニアリング、国際プロジェクトマネジメントに関する教材を国際教育プログラムに適用させる形で補強する。また、デジタル、アナログ両方の宇宙インフラデータを扱うデータ管理システムを整備する。	システムズエンジニアリングの標準的な INCOSE ハンドブックやデザイン方法論、PMBOK に代表されるプロジェクトマネジメント方法論に関する教材などを作成した。また、本プログラムで利用する衛星データ、測位補正データ等のデータ管理システムを整備した。目標は達成された。
	企業インターンシップ等を実施する。	国内企業に学生インターンを採用いただき、実施した（1名）。また平成27年7月には海外企業へのインターン学生を送り出した（台湾、ドイツ）。目標は達成された。
	ケース教材を作成し、実利用にあたっての課題・解決策などの学びを支援す	アジア開発銀行専門家の支援を受けてケース教材をネ

る。	パール国の事例を対象に作成し、教育に利用した。目標は達成された。
海外大学との共同連携プロジェクトを実施する。	チュラロンコン大学（バンコク）、フィリピン大学（マニラ）に設置された教育用の測位衛星基準点を利用して、高精度測位に関する実験を行った。日本企業の参加も見込まれるなど、目標は達成された。さらに海外の大学（パデュー大学、デルフト工科大学、コペンハーゲン大学等）への留学も実現した。
海外連携大学やパートナー企業等とのワークショップを開催する。	教育用測位衛星基準点の利用プロジェクトに加え、日立製作所、富士通等と AIT において開発途上国向けサービスに関するアイデアソン等をそれぞれ一回実施した。またヤンゴン工科大、チュラロンコン大学、インドネシア大学、フィリピン大学、ELDA（カンボジアの NPO）等ではワークショップを開催するなど、目標は達成された。

「必要性」

・ 先導性・独創性

宇宙インフラ・衛星技術は利用者ニーズを十分に満たすことができていない、実利用が広がっていないといった課題が指摘されている。その原因は宇宙インフラ・衛星関連技術の教育、人材育成と防災、交通などの工学分野における教育、人材育成がともに個別に行われている一方で、両方を総合化して必要な社会基盤サービスを構想、実現できる人材の育成がきわめて不十分であるためである。本プロジェクトは、こうした課題を踏まえ、宇宙インフラと社会インフラサービスを幅広く知り、同時に社会貢献の意欲に燃えて個別要素技術、システムを連携させて有益な社会基盤サービスを設計、開発する専門家、さらに関連分野の専門家と連携しながらサービスの実装、運営を行える専門家を育成する点に新規性・独創性がある。また、衛星測位受信機、高精度測位解析プログラム、GIS とデータコンテンツ、社会システム構築のケース教材の組み合わせは教育方法としても新規性・独創性がある。

・ 社会的・経済的な意義

宇宙システムと地理空間情報技術などを一体として社会公益サービスへ投入することが可能となるため、宇宙インフラの利用促進、新規需要開拓に寄与するほか、重要なビジネスをさらに活性させるポテンシャルが高くなる。道路、鉄道などの交通分野や都市開発事業の上流工程として先導的なアクションを起こせるため、国際競争力の強化につながる。具体的に日立、富士通、ホンダなどの日本を代表する企業と連携して海外でワークショップを実施したり、実験支援を行った。

・ 国費を投入することの意義

準天頂衛星、超小型衛星など宇宙インフラへの投資を通じて、宇宙産業の海外展開やそれを利用する社会基盤サービスの海外展開を進める機運が高い中で、宇宙基本計画もその流れで大幅改訂がなさ

れている。本プロジェクトは、それを着実に支援できる人材養成としてきわめてタイムリーに貢献するものである。代表者の柴崎が宇宙政策委員会の民生利用部会メンバーになり、産官学の連携を政策的にも支援するという意味で大きな意義があった。本プロジェクトの成果は、同政策委員会の「海外展開タスクフォース」の活動計画にも反映され大学ネットワークでの支援が平成 27 年度以降、展開される予定である。

「有効性」

・ 実用化・事業化への貢献

本プロジェクトでは学生を巻きこんだ海外プロジェクトがいくつも実現し、その成果は宇宙システムの実利用への取り組みとして、衛星通信を利用した防災メッセージの活用のほか、車両へ衛星測位受信機を搭載した道路交通状況の把握や、さらに高精度な測位を使った車線別の交通状況からのナビゲーションの実験を行うなど実用化を加速させる実験に貢献した。また、公衆衛生分野へ宇宙インフラ技術の利用を提案し、衛星画像から家屋の自動検出により市街地以外地域の人口分布を把握し、携帯電話 GPS 情報などを基にした人の移動状況を組み合わせることで、マラリアなど感染症対策へ有用な情報を提供する貢献を開始している。特にマラリア対策はアジア開発銀行の事業を支援するものとして社会実装が始まりつつあるなど、実用化・事業化的な観点でも大変有効であった。

・ 行政施策への貢献

上述の貢献例をはじめとして宇宙基本計画を議論し、それを実施する宇宙政策（海外タスクフォースの立上げ等）を設計する上で有用な情報を提供し、同時に大学経由での人材ネットワークを強化することで将来にわたり必要な情報を収集できる基盤を提供した。その意味で行政施策への貢献は大きい。

・ 人材育成への貢献

宇宙システムなどを統合的に利用して、社会インフラ等の開発・運用などに適用できるプロフェッショナルな専門家の育成を目指し、国際競争力のある人材の育成を行っている。これまでの海外での宇宙関連人材育成は宇宙システム単体の構築や宇宙サイドから見た利用拡大に限定されており、本プログラムのように多面的な専門性を有する人材を集めて、宇宙と地上の両方の側面からの教育を行っている例はない。人材育成は難しいので、このプログラムが各国に先駆けて立ち上がり人材育成を始めたインパクトは大きい。また本プログラムを経験して海外インターンに参加し(2名)、関連企業に就職する学生(3名)も出ており、人材育成への貢献は大きいと言える。

・ 研究基盤整備への貢献

自由に利用できる測位衛星基準点の海外展開は、海外の大学に衛星測位研究の機会を与え、国内大学の海外連携をとおして研究基盤が強化される足がかりとなった。また、衛星測位精度に対する電離層の影響など、日本では得られない高精度測位に不可欠な新たな知見が得られた。

学生等が進めた個別プロジェクトでは、さまざまな応用分野での新しい知見、発見につながっている。例えば、マラリア対策等への位置情報の利用や、携帯の位置ログデータからの人口統計を試作す

る試みなどがあり、本プログラムとは別にエボラ解析等にも応用されるなど、海外での研究基盤構築に大きく貢献している。

以上のことから、有効性は十分であったと言える。

「効率性」

- 1) 既存の資源をできるだけ有効利用し効率的に成果を挙げた
教材の管理や配信システムを慶應大学で利用されているものやオープンソースを利用して構築したため、プロジェクト参加者が場所や時間を問わず学習する機会が得られた。
<http://gestiss.sdm.keio.ac.jp/e-learning/cgi/e-student/login.cgi>
- 2) 関連するプロジェクト等で整備されたインフラ施設を有効利用
準天頂衛星事業の海外展開事業（内閣府）で整備された基準点等を利用（バンコク、マニラ等）
SATREPS（JICA と JST による二国間研究事業）で整備された基準点や教育設備を利用（ヤンゴン）
した衛星測位実験を実施することができた。
- 3) 大学の有する人的ネットワークを利用して、効率的・迅速に事業が進行した
各国の大学との連携協議等が効率的に行われ、かつ、非常に協力的な関係を築くことができた。また、アジア開発銀行とも連携することができ、今後、さらに多くの連携機会が期待される。

以上のことから効率性も十分であった。

（２）成果

※平成27年11月1日現在

「アウトプット」

提案時に定義した目的に対する達成度は既に整理したとおりであるが、下記に項目別に再整理する。

- カリキュラムに沿った実際の教育の実施、それらに基づくカリキュラムの改良
平成24年度に設計したカリキュラムを改良しながら、週末チュートリアル（16回）、サマースクール（3日間×2回）等を行った。
- ソフトウェア教材開発とインフラ整備
平成24年度より開発してきたソフトウェア教材の開発継続と改良を行った。
衛星リモートセンシング、GISについてはオープンなソフトウェア教材と教材用コンテンツを整備・拡充・改良した。特にUASの衛星画像配信サイトの変更に伴い煩雑な利用実態になったにもかかわらず、当プロジェクトで収集したアジアの各地域（人口上位100都市他、ミャンマー、バングラデシュ）を対象に収集したLANDSAT衛星画像は、その影響を受けず利用できる状況にある。
衛星測位についてはRTKLIB（精密測位解析ライブラリ）、ソフトウェア受信機などのソフトウェア教材の開発・改良を継続し、講義や演習を行った（国内2回、海外4回）。また、演習用の受信機等の海

外設置を検討した（5箇所）。ソフトウェアGNSS受信機を国内外で積極的に活用し、高精度用受信機開発の支援ができるようにした。

- 海外での実験的教育活動

アジア工科大学院（14回）、バンラデシュ工科大学（2回）、ヤンゴン工科大学（2回）等においてチュートリアル、集中講義等を行い、カリキュラムや教材等の改良に反映した。

アジア工科大学院では昨年度収集したニーズを反映させた講義や協働プロジェクト（2回）を行い、現地の実務活動に関するニーズを収集した。

衛星測位については、アジア工科大学院を拠点として準天頂衛星やマルチGNSS受信機の特長効果を実証実験し（2回）、GNSSの将来アプリケーションについての考えをNECTECやチュラロンコン大学などと共有した。

- アウトリーチのためのウェブ等の運用

国内外広報用のウェブ等を運用し、アウトリーチを上げた(<http://gestiss.org> 2016年2月改装オープン準備中のため、仮サイトで運営中)。一般公開した教材ビデオの中には2000回を超える視聴を記録する動画もある(<https://www.youtube.com/watch?v=NImNMWSswjA>)。

- 協働プロジェクトの実施

学生チームを主体とした12の協働プロジェクトを実施し、社会貢献の重要性に関する学生の認識を深め、さまざまな技術・システムを統合してサービスを作り上げる経験を蓄積させた。

- ケースメソッド教育の実施

システムズエンジニアリング、プロジェクトマネジメント等のケースメソッドを作成し、これを使った教育を開始した。一部はアジア工科大学院等でも試行し、教材や教授法の改良に反映した。

- インターンシップの実施

パートナー企業（国内1、海外2）等と連携してインターンシップを開始した。

- 国際シンポジウムの開催

国際シンポジウムを開催（5回）し、その成果、知見、課題を国際的に発信した。

「アウトカム」

- 1) 本プログラムが示した具体的な事例と、大学経由の国際人脈ネットワークが呼び水となって、宇宙システム利用の産官学の海外展開が大きな流れとなり、宇宙基本計画等のなかで内閣府・宇宙戦略室等、政府との連携した取り組みが始まった。
- 2) 学生等が始めた個別プロジェクトのいくつかは、外部資金等を獲得して実利用に向けて動き出した。例えば、インドネシアでは防災メッセージへの展開が始まった。また、携帯電話位置データ解析については、ITU(the United Nations specialized agency for information and communication

technologies)のエボラ感染拡大の解析へ適用を試み、本プログラム担当教員と学生が技術支援した(<http://awoko.org/2015/08/28/sierra-leone-news-itu-launches-big-data/>)。また、アジア開発銀行のマラリア感染拡大解析(ADB)プロジェクトへ参画した。基準点の運用関連では、多くの大学で関心が高く、宇宙システムの実利用が加速することが期待できる。電子基準点を民間も利用できるプラットフォームとしてのきっかけから、タクシーのモニタリングをすることで渋滞解析を行い、タクシー運営の最適化を試みたり(タイ)、さらに降雨時の状況から路上の洪水状況を把握する取り組みまで発展している(インドネシア)。

- 3) 三大学でスタートした高精度測位用の基準点利用について、すでに国内で二つの大学で新たに運用が始まるなど「グッドプラクティス」として拡大が始まっている。利用方法・技術開発の一層の拡大が期待される。
- 4) 衛星測位用の解析ソフトウェアとして RTKLIB はフリーであるにも関わらず講義等で期待通り活躍した。それに続き、ソフトウェア GNSS 受信機の開発もプロトタイピングがほぼ終了し、講義等で使えるレベルになった。
- 5) 学生が学んだ成果を社会に還元するという意味において、本プロジェクトにより参加学生の意識が変わり、能動的に一般の方々にわかりやすいソフトを開発するようになった。その中で、Google playなどで既に利用されているソフトもでてきた。

(https://play.google.com/store/apps/details?id=taroz.net.GNSS_Radar&hl=ja)

(3) 今後の展望

学習方法のさらなる進化(現在の G-SPASE2)

これまでの研究成果を踏まえ、学生ごとに異なるスキルや知識に応じた、より効果的、効率的な宇宙インフラ活用人材育成の構築とその実証を推進する。具体的には、社会課題解決のための宇宙人材育成に必要なスキル・知識に関する専門家である複数の大学の教員・研究者らが連携を図り、以下を実施する。

- ① 国内外での協働プロジェクトの企画・参加によって得られる気づきや経験をもとに、学生がメンターの支援や e-learning によって、興味や必要なスキル・知識に応じて学べるカフェテリア型学習の開発。
- ② 学生同士が各々のスキルや知識に応じて学び教えあうことによる主体的学びの連鎖を実現する自律ネットワーク型学習コミュニティの創出。
- ③ 国際機関や現地法人、起業コミュニティとの連携によるプロジェクト成果スタートアップ事業支援プラットフォームの構築。そして、ガイドライン、メンター制度、e-learning システムによる目的に応じた学びの仕組みを提供し、国内外の若手社会人、大学院生から高校生までを対象にした学び教えあうコミュニティを創出し、協働プロジェクトによる社会課題事例を生み出すことが達成目標である。それによって、以下の3つが実現することが期待される成果である。

様々な分野の学生が(i) 協働プロジェクトを通じて宇宙開発利用に関する学びのモチベーションを得る。(ii) 各々の目的に応じて必要なスキル・知識を主体的に学ぶ。(iii) グローバルな社会課題解決に必要な国際的人脈や経験を得て、国際的な視野に立った次世代の宇宙人材として実社会で活躍する。

6. 評価点	※ 上記各項目の記述及び「研究開発課題の概要」の内容を踏まえ総合的に判定
S	<p>評価を以下の5段階評価とする。</p> <p>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。</p> <p>A) 相応の成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に貢献した。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>D) 成果はほとんど得られていない。</p>
評価理由	
<p>海外との連携も具体的に成果を残し、国際的な視野に立った次世代の宇宙人材の活躍に向けて、1つの道筋ができ、大変評価できる。</p> <p>また、内閣府等の政府が進める宇宙インフラの海外展開事業への間接的な支援効果（様々な利用事例の提供や、情報収集等のための大学経由人脈ネットワークの提供など）も大きく、海外展開タスクフォースなど、具体的な政策に本プログラムの成果が活かされている。</p> <p>さらに、時間を要する人材育成にいち早く着目して、スタートしたことの取り組みは非常にユニークかつタイムリーであり、今後国際ビジネスの舞台でも十分に競争力がある人材や活躍環境（人脈等）を提供できている。今後の発展性に大きく期待できるものである。</p> <p>以上より、本プログラムは、優れた成果を挙げており、宇宙航空利用の促進に著しく貢献している。</p> <p>なお、海外の連携した大学では教員、学生ともに本分野への関心が非常に高く、今後の連携、協力も円滑に行えるものと考えられ、将来、一層の海外展開が期待できる。特に、高精度衛星測位に関する学術的な関心も高いため、衛星測位技術関連で協働できるプログラムは非常に強力なインセンティブを与えており、波及効果も大きい。今後は、定量的な効果も検証しつつ、継続して実施することを期待する。</p>	