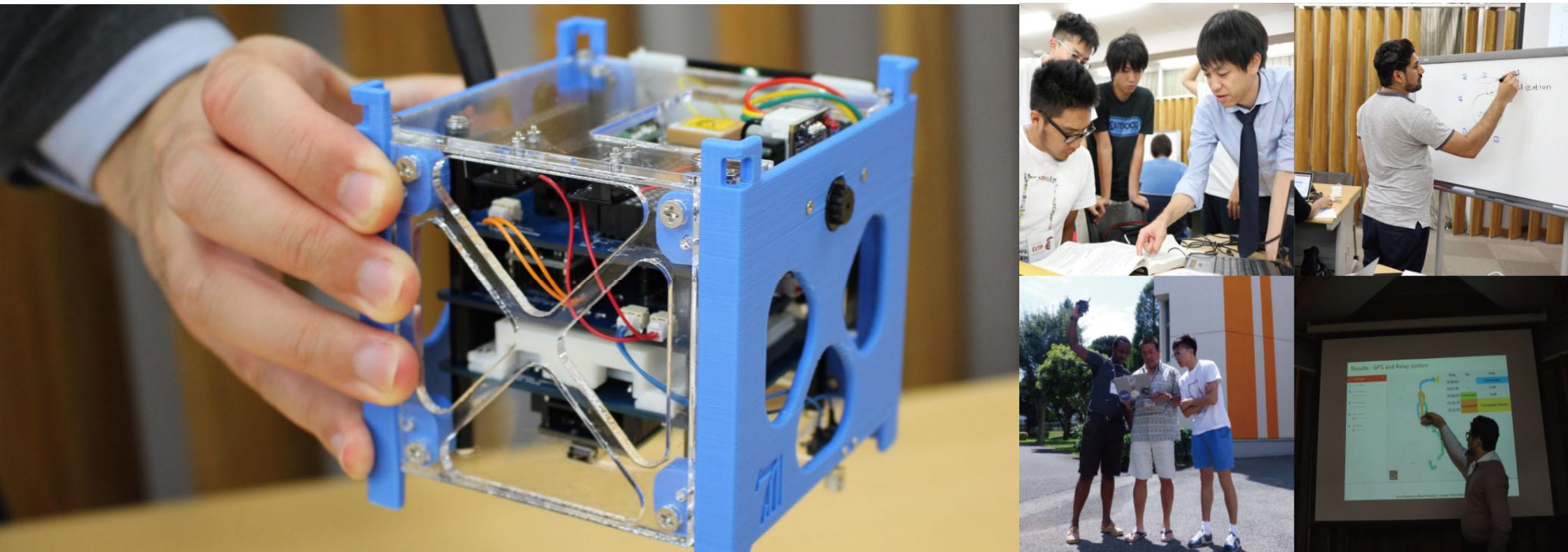


# HEPTA-Sat Training Program & CLTP9 報告

## International Knowledge Transfer

## Using Hands-on Type CubeSat Education

山崎 政彦 (日本大学理工学部・助教)



# HEPTA-Sat Training Program & CLTP9 報告

## International Knowledge Transfer

### Using Hands-on Type CubeSat Education

United Nation Hands-on Workshop Event at South Africa(2017)



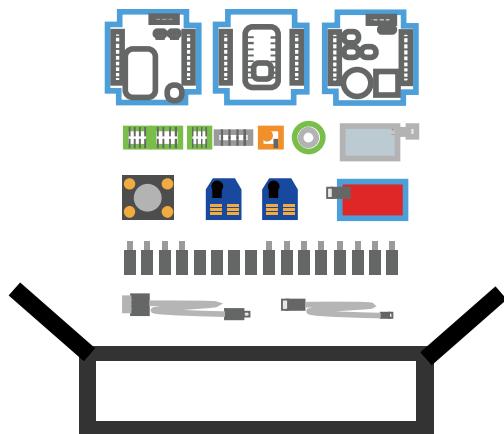
HEPTA-Sat  
Hands-On Training

at Stellenbosch Univ. in South Africa

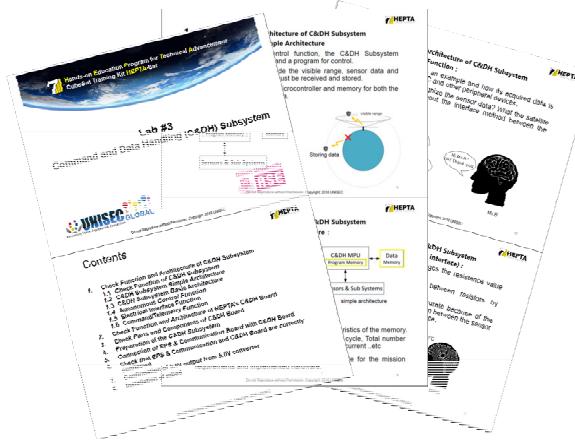


# Key Features of HEPTA-Sat Training

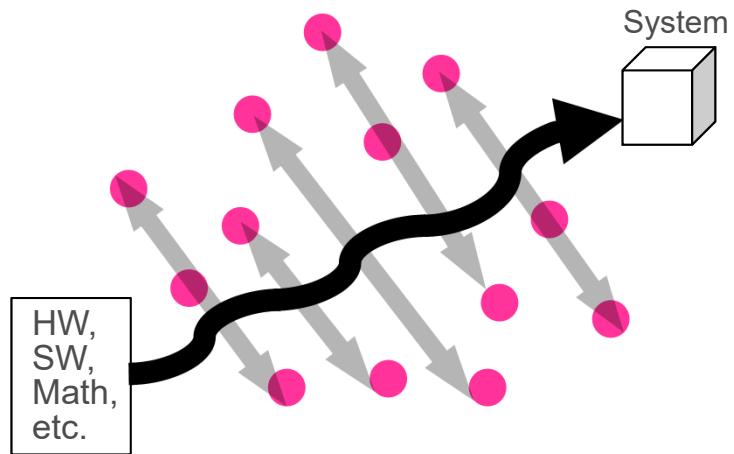
## 1.Training Kit



## 2.Text Book



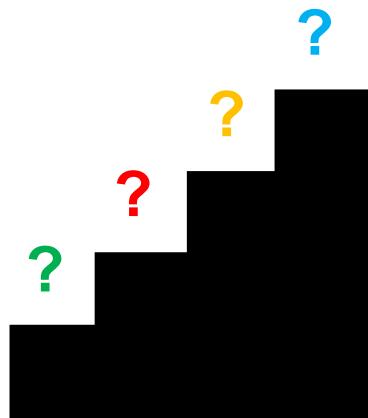
## 3.Training Program



## 4. Hands-on



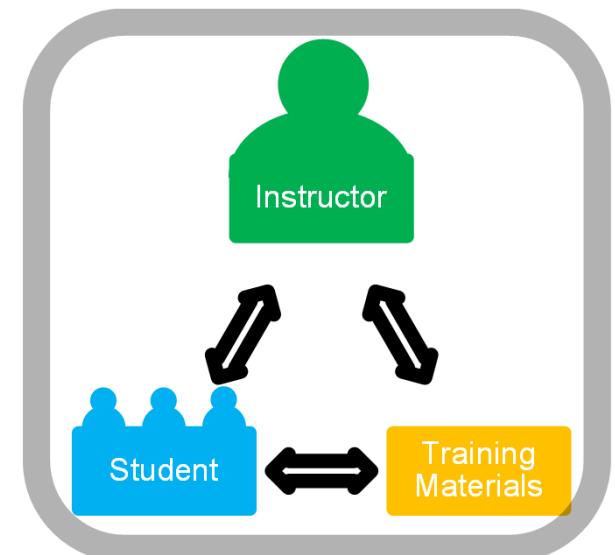
## 5. Step by Step



## 6. Self-directed

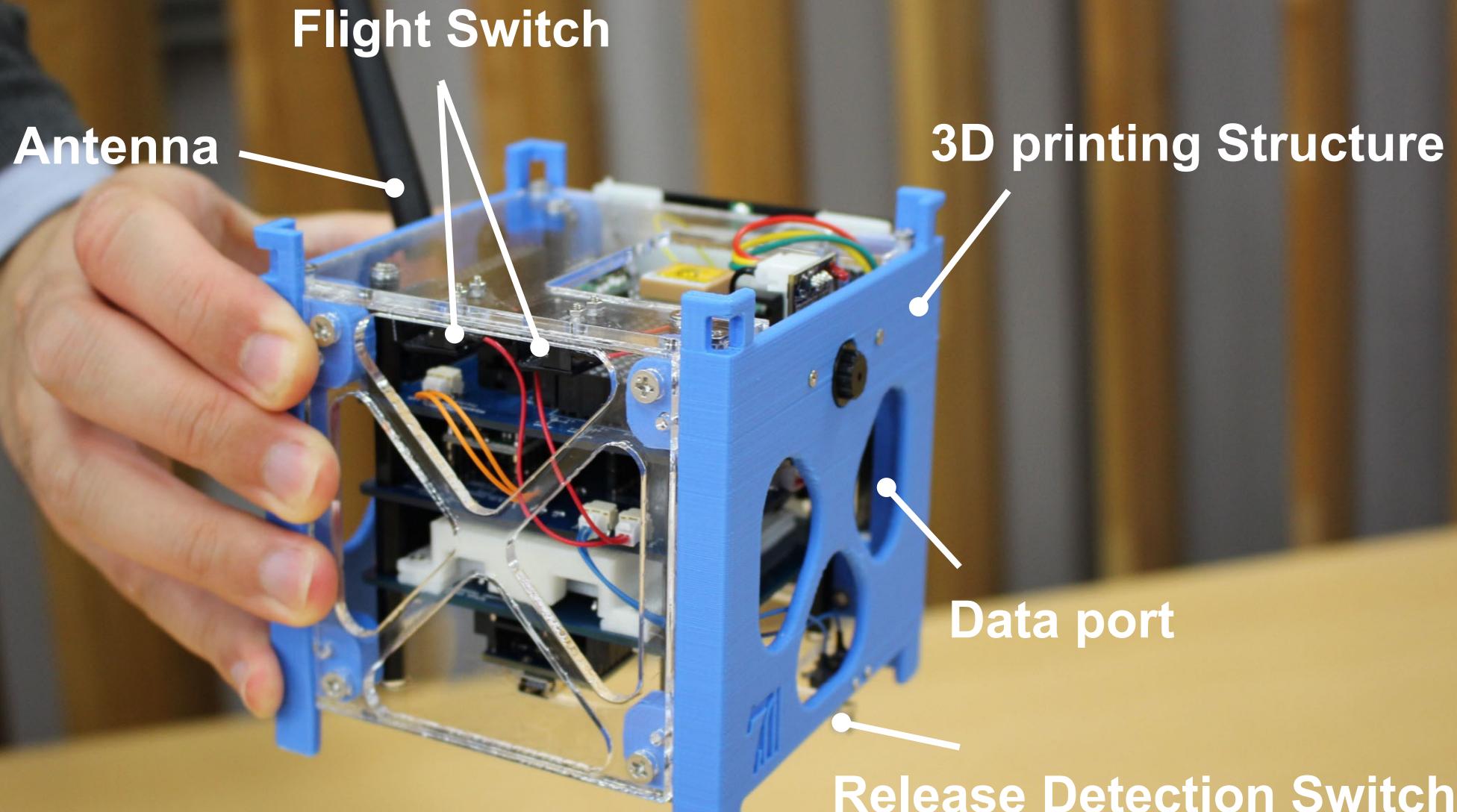


## 7. Interactive Communication





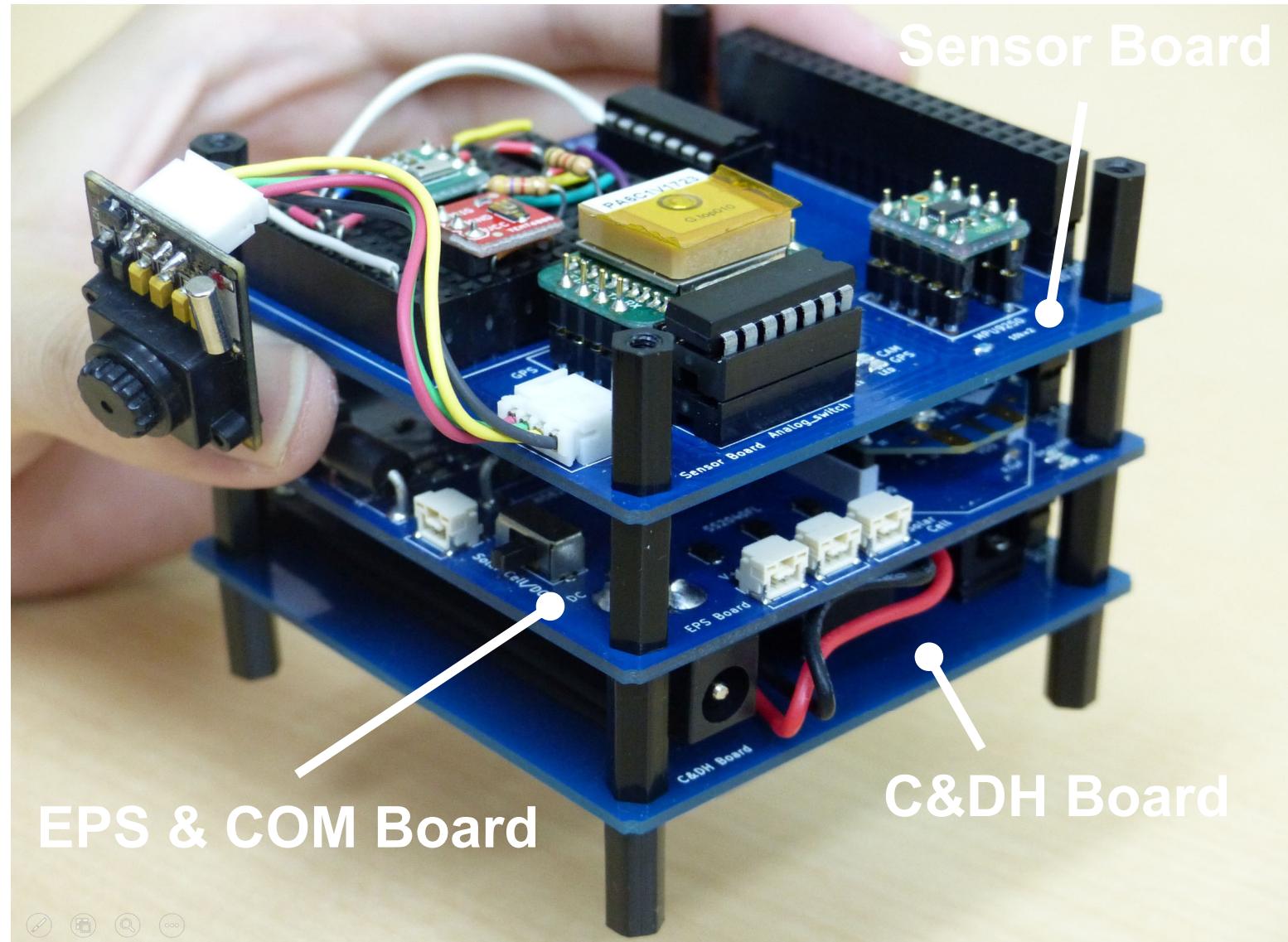
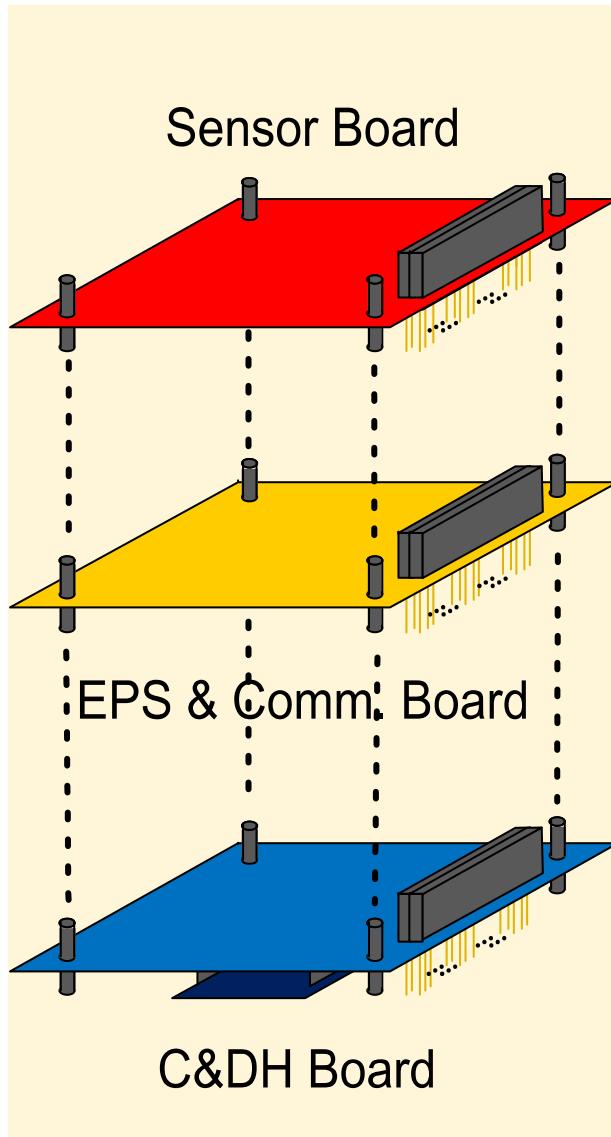
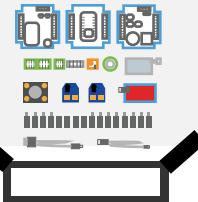
# HEPTA-Sat Training Kit



# 1U CubeSat Training Kit

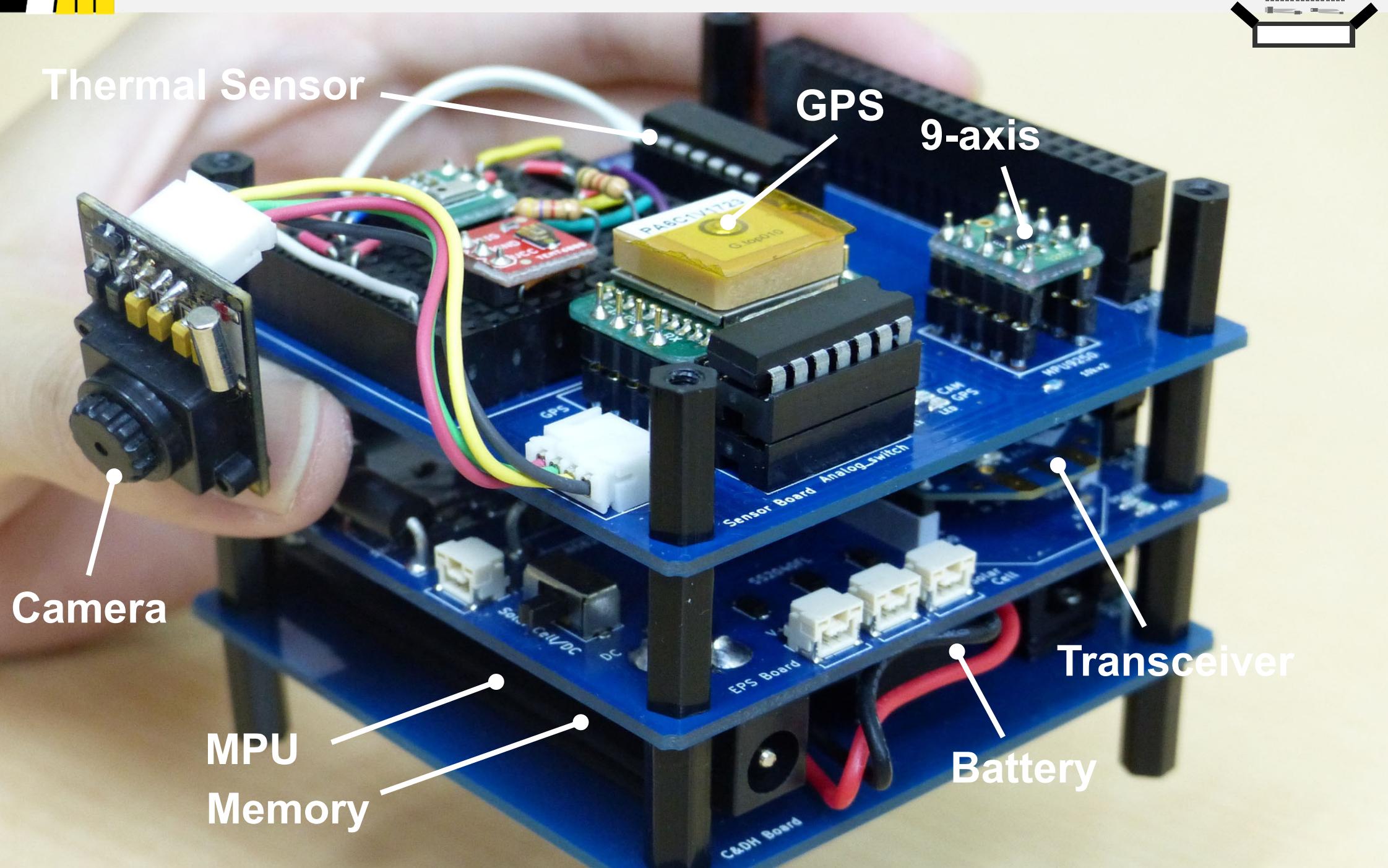
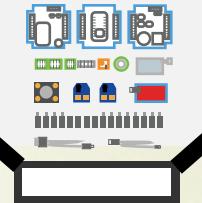


# HEPTA-Sat Training Kit



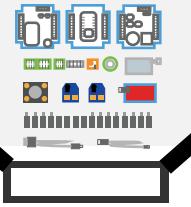


# HEPTA-Sat Training Kit

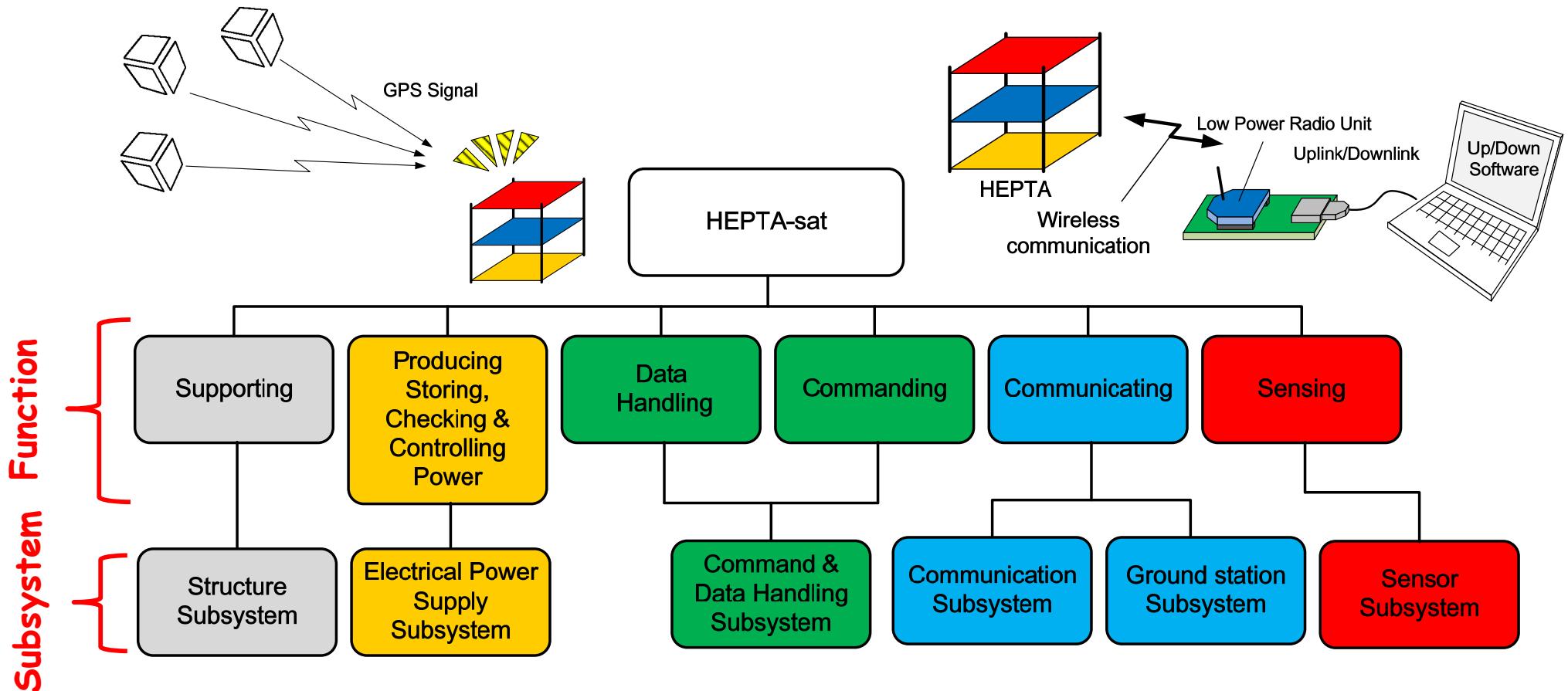




# HEPTA-Sat Training Kit



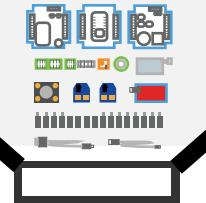
- Composed of 6 function and 6 primary sub-systems.



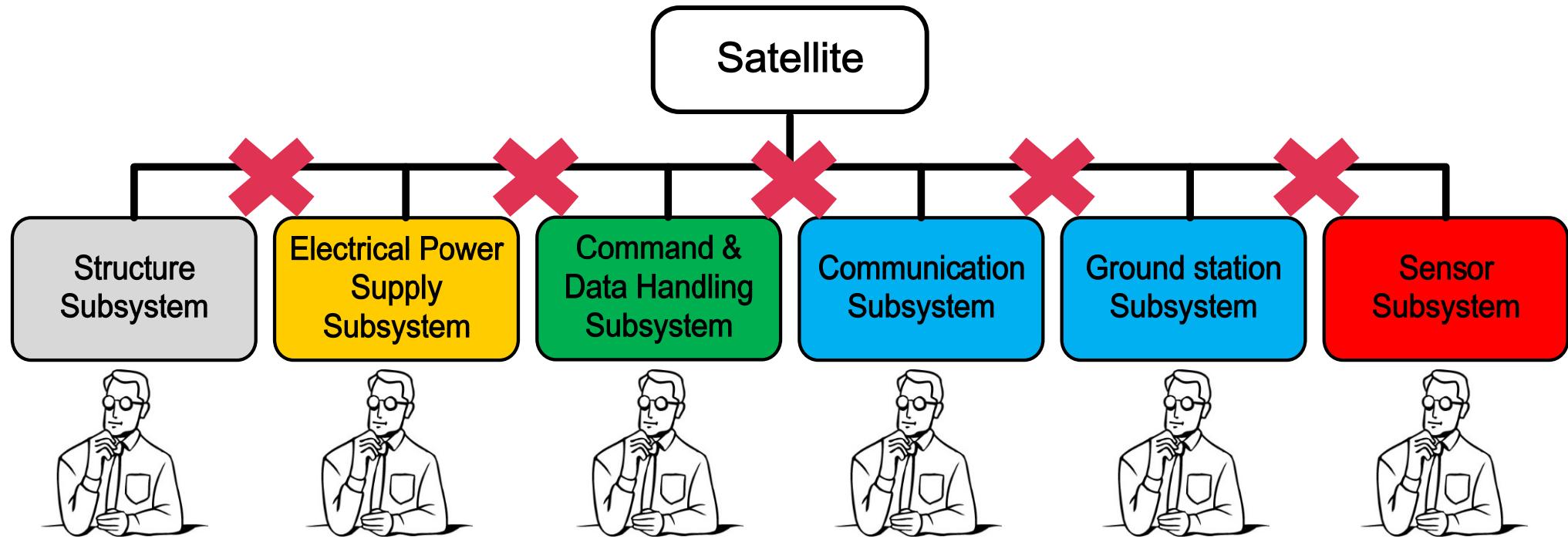
- 要素がどのような振る舞いをし、要素がどのようにサブシステム・システムになるのか、システムの中で要素がどのような振る舞いをするのかを組立・統合・試験により理解することが可能
- 個人・少人数で短期間に、全体を：個別の最適だけではなく、全体最適の視点も。



# HEPTA-Sat Training Kit



- Composed of 6 function and 6 primary sub-systems.

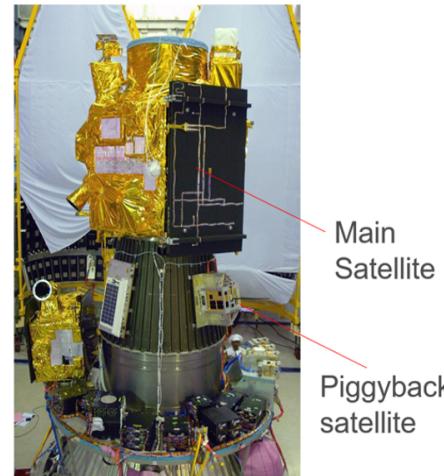
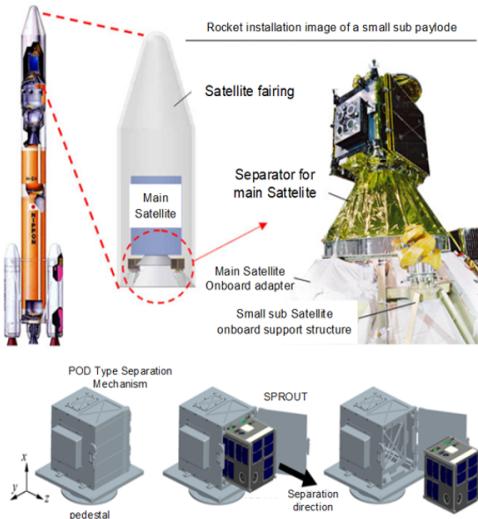


- 要素がどのような振る舞いをし、要素がどのようにサブシステム・システムになるのか、システムの中で要素がどのような振る舞いをするのかを組立・統合・試験により理解することが可能
- 個人・少人数で短期間に、全体を：個別の最適だけではなく、全体最適の視点も.

# Training TEXT Book

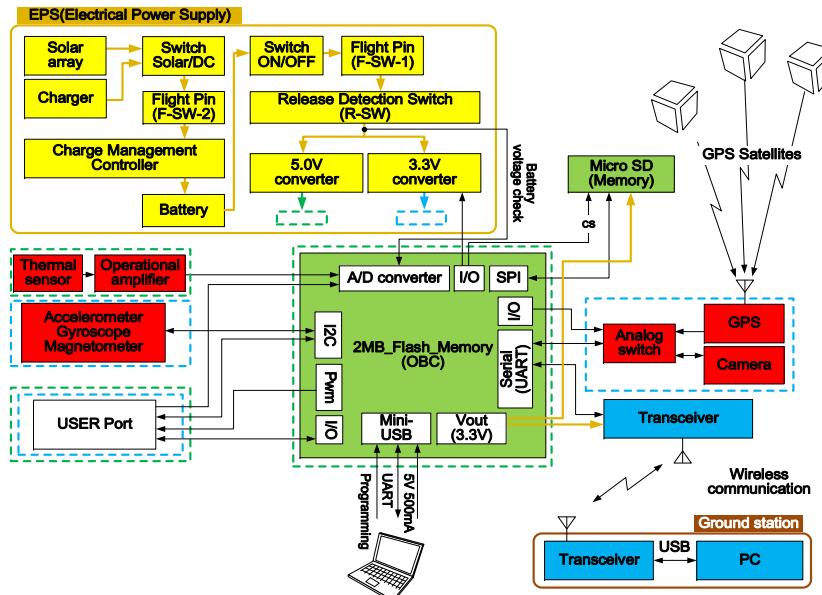


- Satellite needs a separation system that deploys the satellite from the launch vehicle to the orbit.



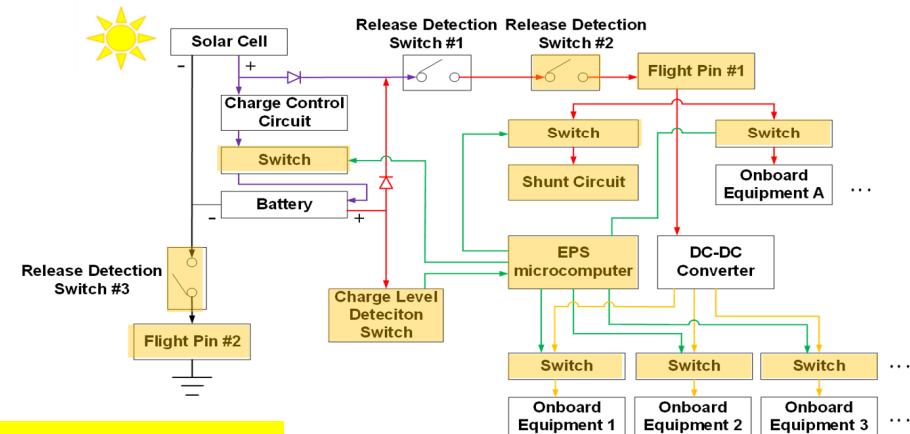
## Introduction

## System Architecture



## 1. Check Function and architecture of EPS Subsystem

- An example of EPS subsystem that considers reliable and secure electric power supply, management of proper power supply, and safety assurance.

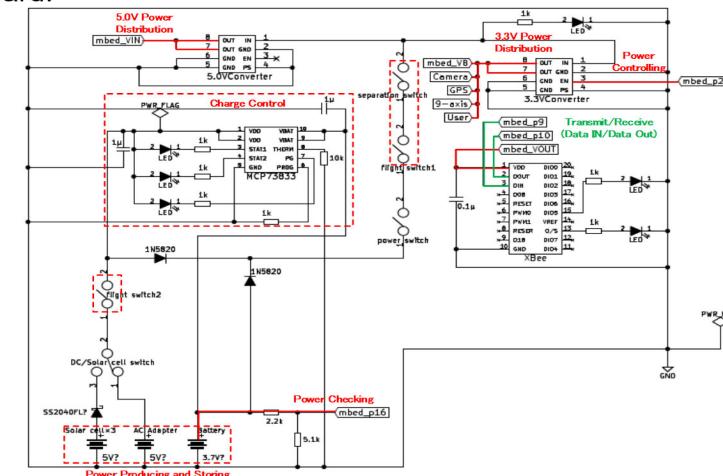


## EPS Architecture

## Circuit Diagram

## 1. Check Function and architecture of EPS Subsystem

- The circuit diagram of HEPTA-Sat's EPS and communication board.



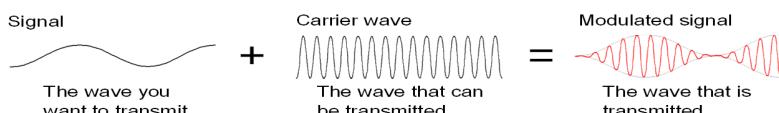


# Training TEXT Book

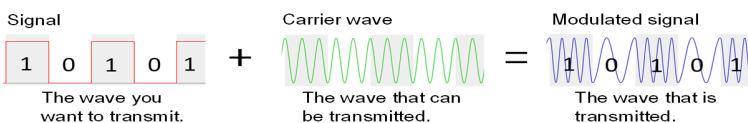


## 2. Check of function and architecture of Communication Subsystem

- There are variations in the modulation and demodulation scheme.
- Amplitude Modulation (AM) or Frequency Modulation (FM) are ways of broadcasting radio signals. Both transmit the information in the form of electromagnetic waves.
- AM works by modulating (varying) the amplitude of the signal or the carrier to be transmitted according to the information being sent, while the frequency remains constant.



- Digital data is also conducted by modulation and demodulation. The following figure is the schematic diagram of frequency modulation of digital data.



243 Technical Term

Integration

## 10. Software & Hardware Integration: Detect acceleration by using 9-axis Sensor

- Software and hardware integration of EPS & communication board and C&DH board are conducted
- Acquire the acceleration sensor data.

File name : Detect\_Acceleration

```
#include "mbed.h"
#include "Hepta9axis.h"

Serial pc(USBTX,USBRX);
Hepta9axis n_axis(p28,p27,0xD0,0x18);

int main()
{
    pc.baud(9600);
    float ax,ay,az;
    pc.printf("Accel Sensor Model\r\n");
    for(int i = 0; i<50; i++) {
        n_axis.sen_acc(&ax,&ay,&az);
        pc.printf("%f,%f,%f\r\n",ax,ay,az);
        wait(1.0);
    }
}
```

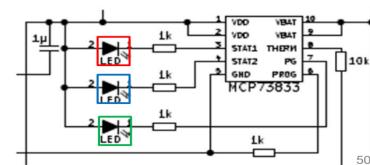
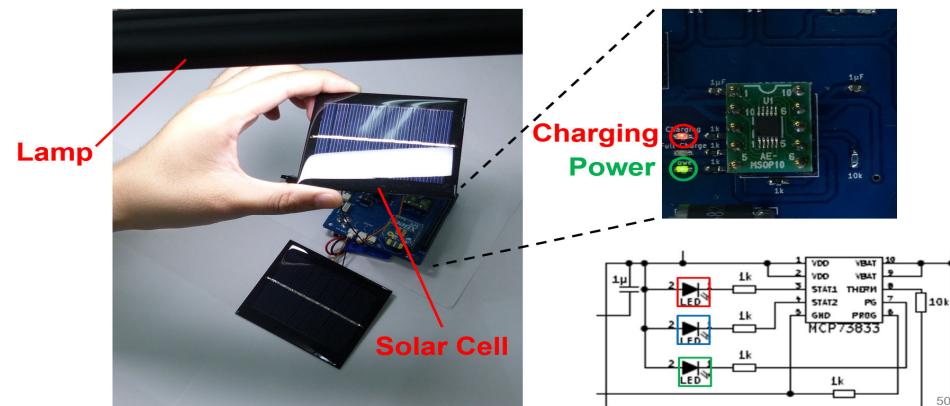
include mbed library  
include Hepta9axis library  
serial class declaration  
Hepta9axis class declaration  
main loop start  
set communication rate  
variable definition  
display "Accel Sensor Mode" on PC  
loop 50 times  
get Accel value  
display "Accel value" on PC  
1.0 second wait  
loop end  
main loop end

X-axis Acceleration = 9.820779 [m/s<sup>2</sup>]  
Y-axis Acceleration = 0.378459 [m/s<sup>2</sup>]  
Z-axis Acceleration = 0.005394 [m/s<sup>2</sup>]

X-axis Acceleration = 0.416784 [m/s<sup>2</sup>]  
Y-axis Acceleration = 0.064673 [m/s<sup>2</sup>]  
Z-axis Acceleration = 9.883660 [m/s<sup>2</sup>]

## 14. Installation of Solar Cells

- Set the switch "DC / Solar cell" on the board to "Solar cell".
- Charge with desktop lighting!
- It can be confirmed that charging is possible.



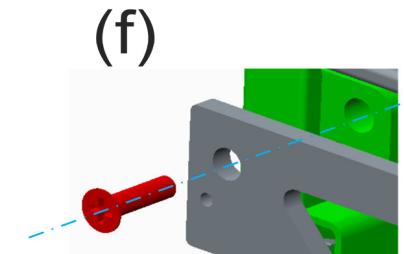
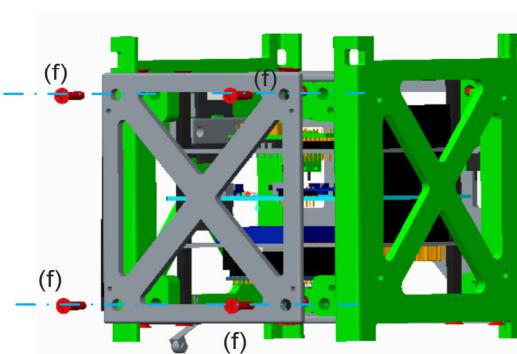
Test

Assembly

## 3. The structure of HEPTA-Sat

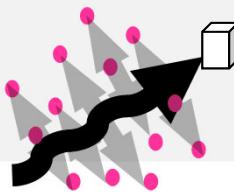
Fabrication and Assembly of the structure subsystem of HEPTA-Sat

- Next, assemble the trusses.





# HEPTA-Sat Training Program

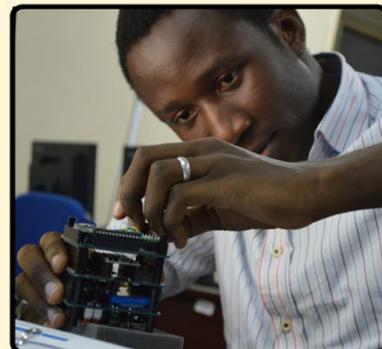


- 1) Understanding basic satellite system architecture.
- 2) Experiencing the nano-satellite development process in a short time.
- 3) Acquiring the basic knowledge of space engineering.

Step 1:  
Lecture



Step 2:  
Hardware Assembly



Step 5:  
Field test



Congratulations!



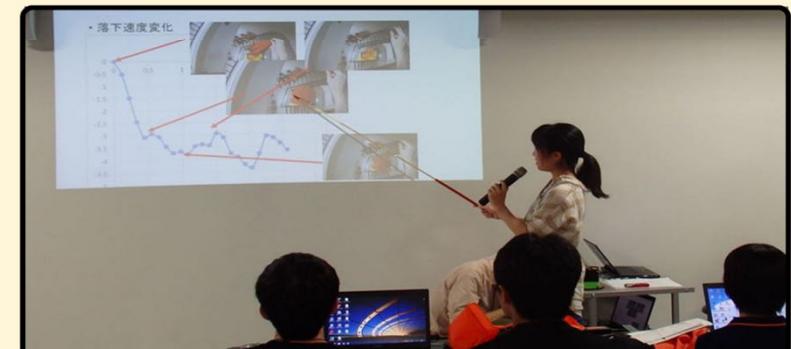
Step 3:  
Hardware & Software  
Integration



Step 4:  
Mission Design

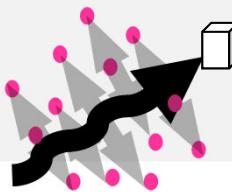


Step 6:  
Review & Presentation

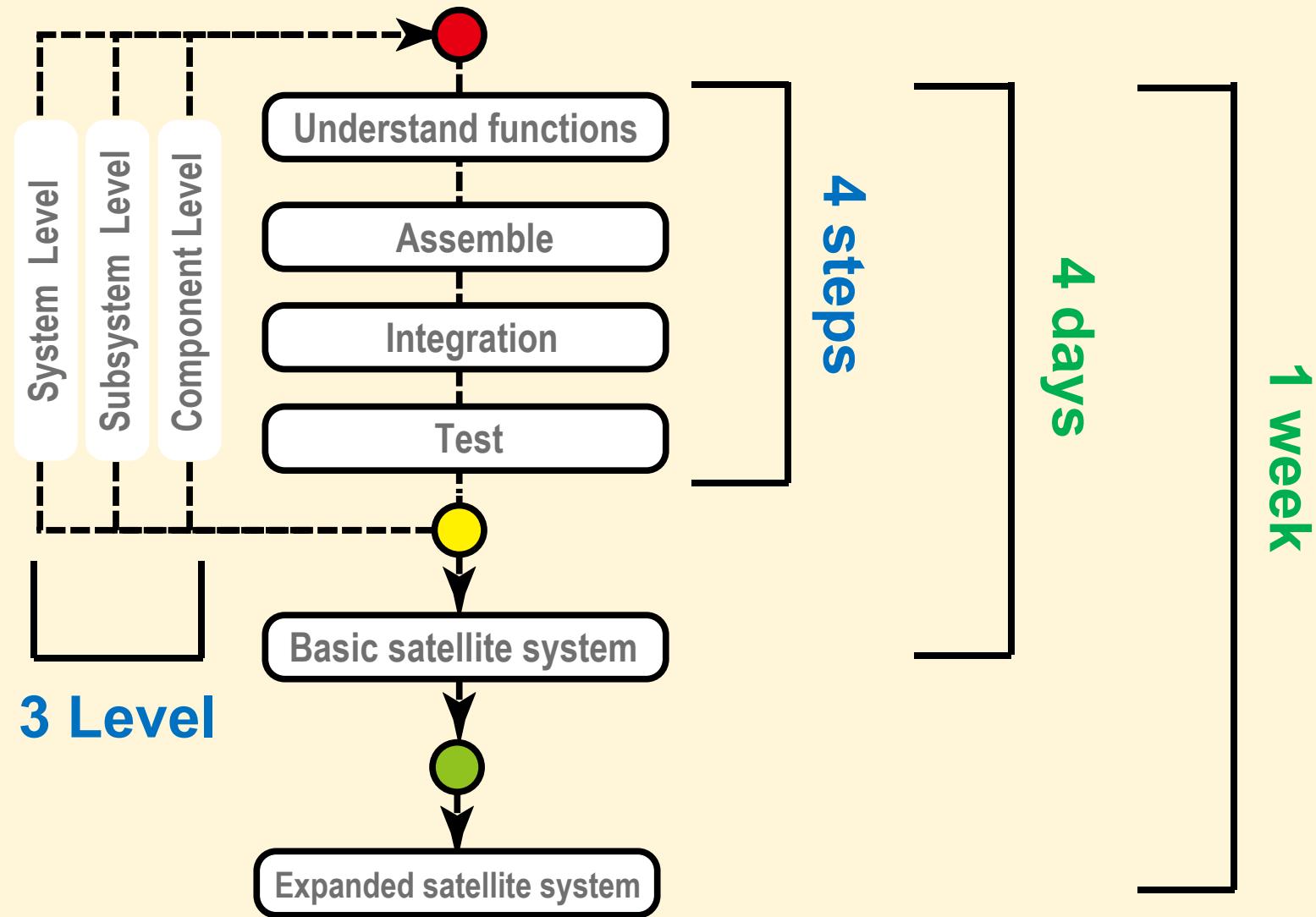
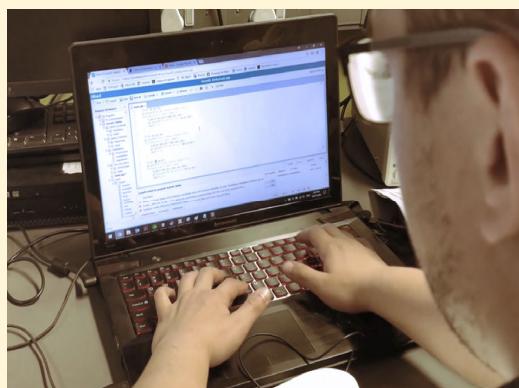




# from Scratch to Satellite System

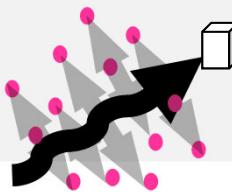


- Focuses mainly on **understanding**, **assembling**, **integrating**, and **testing** the function of the CubeSat model and carrying out it in a **hands-on manner** step by step from the **component level to the system level**.





# HEPTA-Sat Training Program : Curriculum



- Consists of the **part I** (Introduction and Lab 0 to Lab 6) to learn the basic satellite, and the **part II** (Lab 7) to learn how to extend the basic satellite and add the original subsystem.

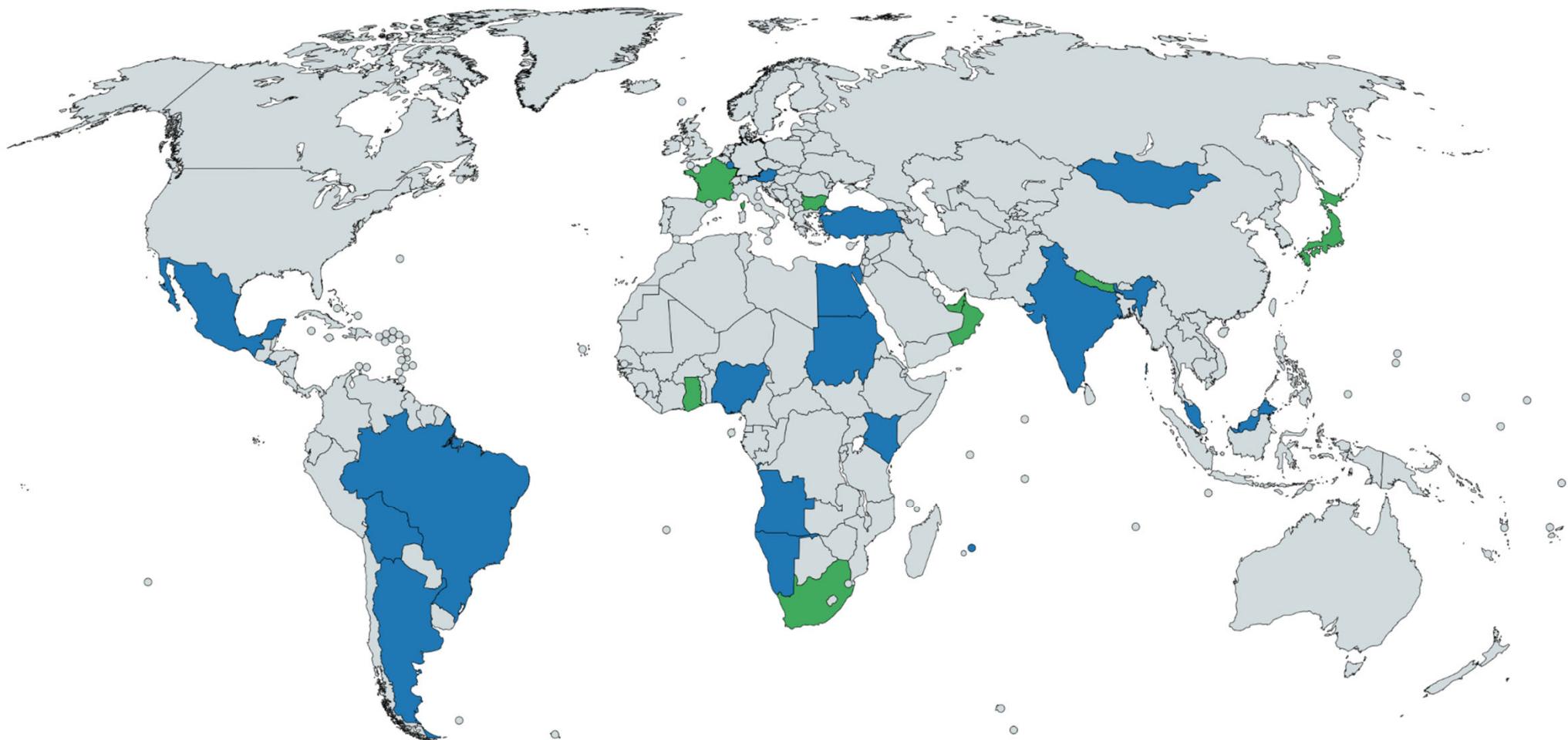
## Basic satellite systems engineering education curriculum: Part I

Title	Contents/Keyword	Title	Contents/Keyword	Title	Contents/Keyword
Introduction	Introduction to HEPTA-Sat Training Program	Lab-3: Command and Data Handling (C&DH) Subsystem	Check Function and architecture of C&DH Subsystem	Lab-5: Communication (COM) and Ground Station (GS) Subsystem	Check Function and architecture of COM & GS Subsystem
	What is artificial satellite?		Autonomous control function		Visible area and visible time
	What is pico-satellite?		Electrical interface function		Acknowledgement signal
Lab-0: Check Parts and Boards	Check Specification of Lowest Components Item		Command & Telemetry function		Antenna Directivity
Lab-1: Programming of On-Board Computer	Required Software Installation		Power saving function		Communication Link design
	Create Account		Assembly and Integration, Test of C&DH Subsystem		Communication Protocol
	Create First Program		Onboard Computer		Modulation and Demodulation
	Communication with Computer		Memory		Assembly and Integration, Test of COM & GS Subsystem
	Check Communication Signal		Voltage Divider Circuit		Communication Protocol
Lab-2: Electrical Power Supply (EPS) Subsystem	Check Function and architecture of EPS Subsystem		Analog-Digital Conversion		Modulation and Demodulation
	Inhibit design		Battery Voltage Charging		Transceiver for Satellite and Ground Station
	Charge control function		Power Saving		Ground Station Software
	Power supply function	Lab-4: Sensor Subsystem	Check Function and architecture of Sensor Subsystem	Lab-6: Structure Subsystem	Check Function and architecture of Structure Subsystem
	Battery and Solar cell selection		Analog Digital Conversion		Assembly and Integration, Test of Structure Subsystem
	Flight pin		Filter		Launcher Requirements
	Release detection switch		Assembly and Integration, Test of Sensor Subsystem		Structural Design
	Assembly and Integration, Test of EPS Subsystem		Temperature Sensor		Structural Design using 3D-CAD
	Voltage Converter		Operational Amplifier		Flight Switch
	Charge Management Controller		Accelerometer, Gyroscope, Magnetmeter		Release Detection Switch
	Battery		GPS Receiver		Access Port
	Solar Cell		Camera		Rail for Release from POD



# HEPTA-Sat History

- Altogether, 126 participated from 26 countries (Angola, Argentina, Bolivia, Brazil, Bulgaria, Egypt, El Salvador, France, Ghana, India, Istanbul, Japan, Kenya, Luxembourg, Malaysia, Mauritius, Mexico, Mongolia, Namibia, Nepal, Nigeria, Rwanda, South Africa, Sudan, Switzerland and UAE) from 2017 to 2018.



2017年–2018年現在：26か国、126名



# HEPTA-Sat Training

## ● History:

- Ghana, Feb. 2015.
- Angola, Oct. 2015.
- Japan, CLTP8, Sep. 2017.
- Bulgaria, Oct. 2017.
- Nepal, Nov. 2017.
- South Africa, UN Workshop, Dec. 2017.
- UAE, March 2018.
- 企業研修, June 2018.
- Japan, CLTP9, Aug. 2018
- France, ISU, Nov. 2018.
- Japan, JICA研修, Dec. 2018.
- Oman, Dec. 2018.
- 企業研修, Jan. 2019.
- Australia, SHSSP, Jan. 2019.



Ghana



Angola



Japan



Bulgaria



Nepal



South Africa



# CLTP9(CanSat Leader Training Program)

- 超小型衛星の教育およびインストラクター（HEPTA-Satインストラクター）を育成することを目的に11日間のプログラムを2018年8月@日大理工にて実施。



教育実習には、宇宙関連教育機関、企業のエンジニア、研究者、弁護士など文系・理系問わず参加



Ahmed



Baasandorj



Jargalsaikhan



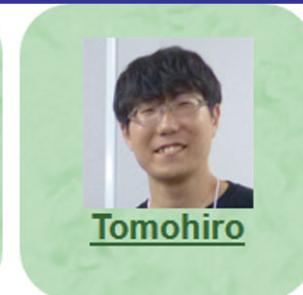
Marco



Praveen



Syaril



Tomohiro



Yiyong

Student Participants



Kei



Motoyo



Ryotaro



Yuya



# CLTP9(CanSat Leader Training Program)



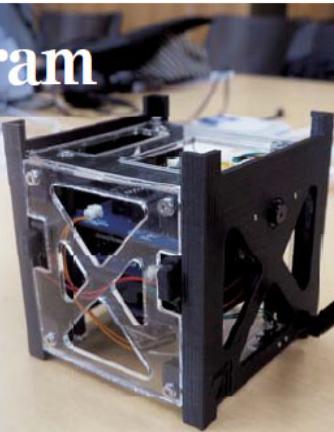
第9回 缶サットリーダートレーニングプログラム@日大理工船橋

大学宇宙工学コンソーシアムとは——  
University Space Engineering Consortium、通称UNISEC。大学生・高等専門学校生による実践的な宇宙工学活動をサポートしているNPO法人。現在大学・高専から計53校74団体が参加し、学生会員は800名を超える。

## 9th CanSat Leader Training Program

### 「本気で」宇宙を目指す人たちの第一歩

日本大学理工学部で行われているCanSat Leader Training Program(以下CLTP)は、今年で9回目。CanSat(缶サット)とは、飲料水用の缶を使って作る模擬人工衛星のこと、CLTPでは実際の人工衛星と同じような本格的な技術で製作しながらその仕組みを学び、宇宙工学の知識を広めるリーダーを育成しています。昨年度からはCanSatに代わって、より高度な 小型人工衛星“HEPTA-Sat”(右写真)が使用されています。CLTPには、国内外から宇宙工学を学びたい学生と教員が集まり、全て英語で行われます。活動は全12日間。前半8日間で、HEPTA-Sat製作を通じて、人工衛星の仕組みを基礎から応用まで論理的に学び、後半の4日間は、前半で学んだ知識をアウトプットする教育実習です。知識の普及だけでなく、国際交流による成長の場ともなっている点が評価され、助成に至りました。



さまざまな国から参加者がいたが、国籍を問わず積極的に話し合っていた



山崎助教は、活動を通して宇宙工学を「論理的に」学んでもらうことが大切だと話す



プレゼンの様子。  
身振り手振りを交えて必死に伝えようとしていた

#### 〈活動の様子〉

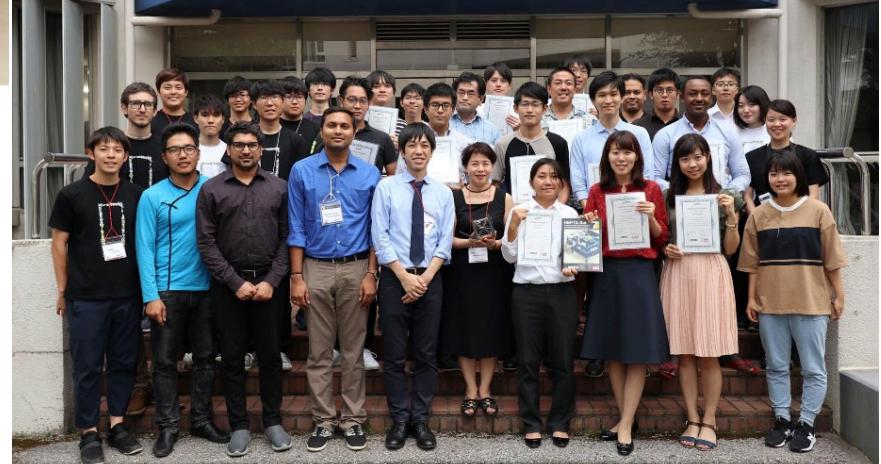
取材に伺ったのは、前半最終日の8日目でした。一通り基礎を学び終えた参加者たちは、HEPTA-Satを宇宙に打ち上げたらどのような目的で使うか、2人1組のチームでミッションを練っており、総括としてそのプランの発表がありました。あるチームは、「衛星写真を使って植物の成長を測り、畑の収穫時期を予測する」というミッションを考え、実際にHEPTA-Satにカメラという拡張機能を加え、校内で実証実験をした結果を発表していました。

インドやアルゼンチンなど、英語圏でない参加者が大半のため、時に英語に詰まりながらも決して諦めず、何とか伝えようとしている姿が印象的でした。プレゼンを終えた安川慧さん(室蘭工業大学2年生)は、「とっさに英語が出てこず、勉強不足を痛感した」と話し、さらに英語を学びたいと意気込みを語ってくれました。

CLTPを統括している山崎政彦助教は、「文系学生や高校生などさまざまな人たちにもこの活動に参加してもらい、機械的なシステムで溢れる世の中でモノが動く仕組みを理解できるリテラシーを持った人を増やしたい」と今後について語っていました。



プレゼン後、参加者に修了証が送られた。前半が終了し、一息ついた和やかな雰囲気でこの日は解散となった





# エコシステム？次のステップ

- CNESには15機のHEPTA-Satを納入. CNES発の人材育成に利用.
- ブルガリアのソフィア大学のStoilさんを中心としたローカルチャプターの設立へ
  - ヨーロッパでのワークショップの定期開催などを検討
  - ブルガリアだけでなく、各国、各社にファシリテータやインストラクターになっていただける人を認定
- システムの工学的な考え方・解決の仕方と工学のリテラシーを伝達する教材へ

## ● **Experiencing Learning: Hardware Type(:CubeSat) Hands-on Kit**

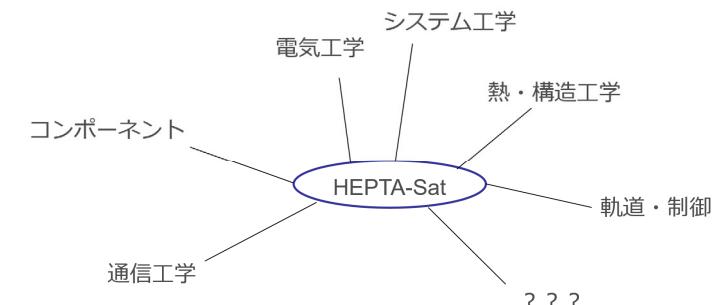
- **Target 1** : 技術者（学生含む）・研究者（学生含む）
  - Space Engineering Education
- **Target 2** : ディシジョンメーカー・法律家・営業・学生
  - Space Engineering Literacy Education
- **Service** : 初等・中等・高等教育, 企業研修, 超小型衛星研修
- **Research Theme** : International Knowledge Transfer, Experiencing Learning and Evaluation and Experience in Virtual World to accomplish the International collaborative CubeSat mission.



# エコシステム？次のステップ

- HEPTA-Satの次バージョンを設計

- 工学講座などこれまでの宇宙関係の講義との連携・統合（宇宙環境、軌道・制御）
- モデルベースエンジニアリングなどのシステム設計論の教材化
- 「UNISECヨーロッパの電気的インターフェース規格を利用」予定
- (準) オープンソース化?
  - WS参加者には限りなくブラックボックス部がないような教材作成.
  - 教科書やツールなどは権利を守り, 改定や教材の研究開発費を研修等で手に入れる. 宇宙関連企業だけでなく, システム開発に携わる人, 文系・理系問わず利用可能・利用したくなる状況を.
  - 拡張のインターフェースを公開し, コミュニティの中で様々な学習コンテンツを開発・公開.
- 文系・理系どちらに向けても利用可能な教材へ.
- ハンズオンの経験・人材の評価のバーチャル空間を利用も検討.
- **ハンズオン（経験学習）を中心にして様々な学問を学ぶきっかけとなるツールへ**





# エコシステム？次のステップ

Class Room

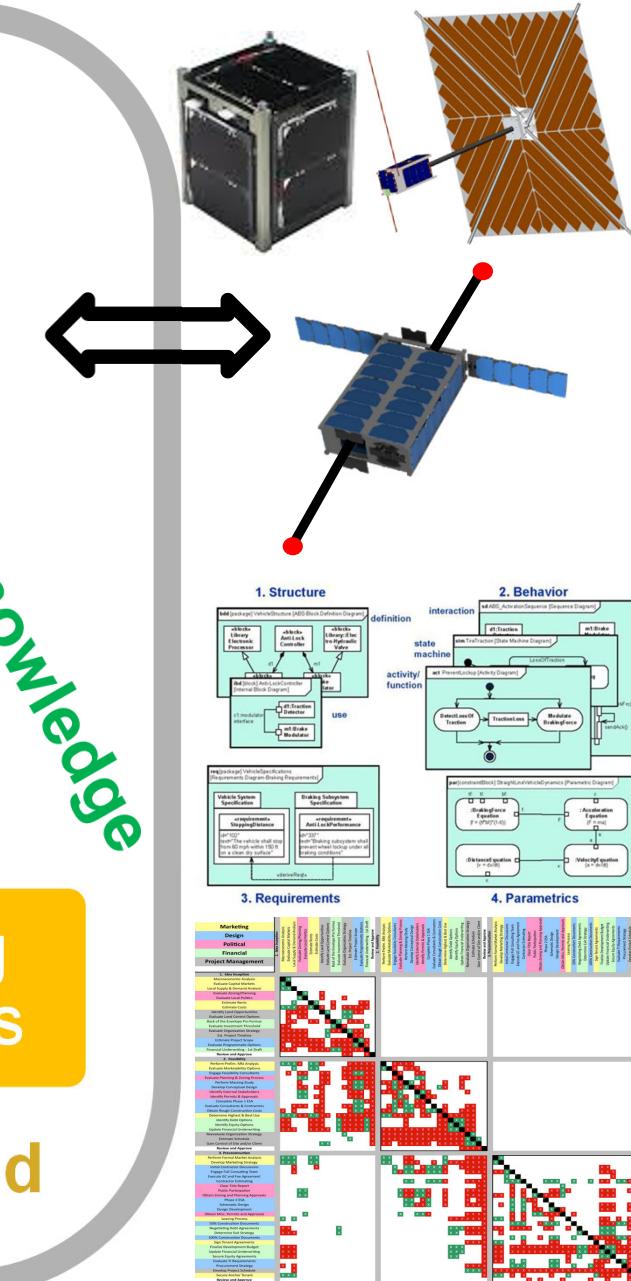
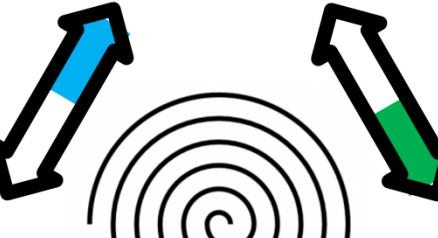
Tacit knowledge

Instructor

Explicit knowledge

Student

Training Materials



Feedback from the real world

Various fields

Engineer, Scientist,  
Lawyer, Artist, Manager

