名城大学

小型宇宙機を用いた
宇宙利用と技術実証機会について

名城大学　宮田 喜久子
web: https://www1.meijo-u.ac.jp/~kmiyata/asel/index.html

自己紹介

ASEL Aerospace Systems Engineering Lab. 名城大学

□宮田 喜久子

名城大学 理工学部 交通機械工学科 准教授

研究テーマ
小型宇宙機システムおよび関連技術

2011 九州大学　博士(工学)
海外渡航経験 DLR Bremen(5か月)　など

2011 次世代宇宙システム技術研究組合 研究員

2014 名古屋大学大学院 工学研究科 博士課程教育リーディングプログラム
2014 研究員 2016 特任助教

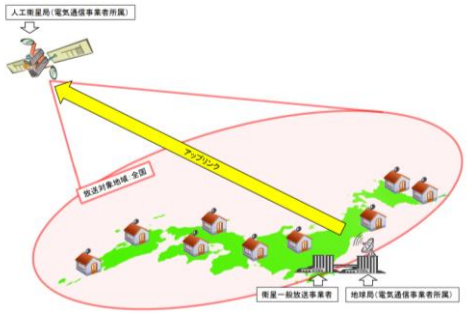
2016 名古屋大学大学院 工学研究科 制御システム工学研究グループ 助教

2020 現職

https://researchmap.jp/kikkomi

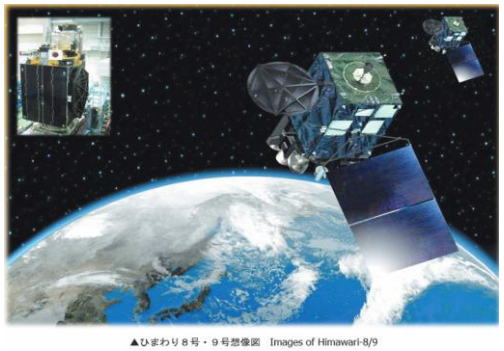
宇宙の活用

- 科学
- 通信・放送
- 観測（天候など
- 航法・測位・測地
- 実験，発電など

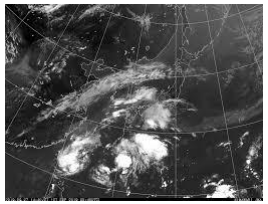


https://www.soumu.go.jp/main_content/000730686.pdf

https://xtech.nikkei.com/it/pc/article/trend/20120824/1060864/



▲ひまわり８号・９号想像図　Images of Himawari-8/9



http://www.jma-net.go.jp/msc/ja/index.html

http://www.jaxa.jp/projects/sat/hayabusa2/

利点例：
- 広範囲・継続的
- 安定運用
- 遠くに行ける

小型宇宙機 (1)

Picosatellite — Nanosatellite — Microsatellite — Small/Medium satellite

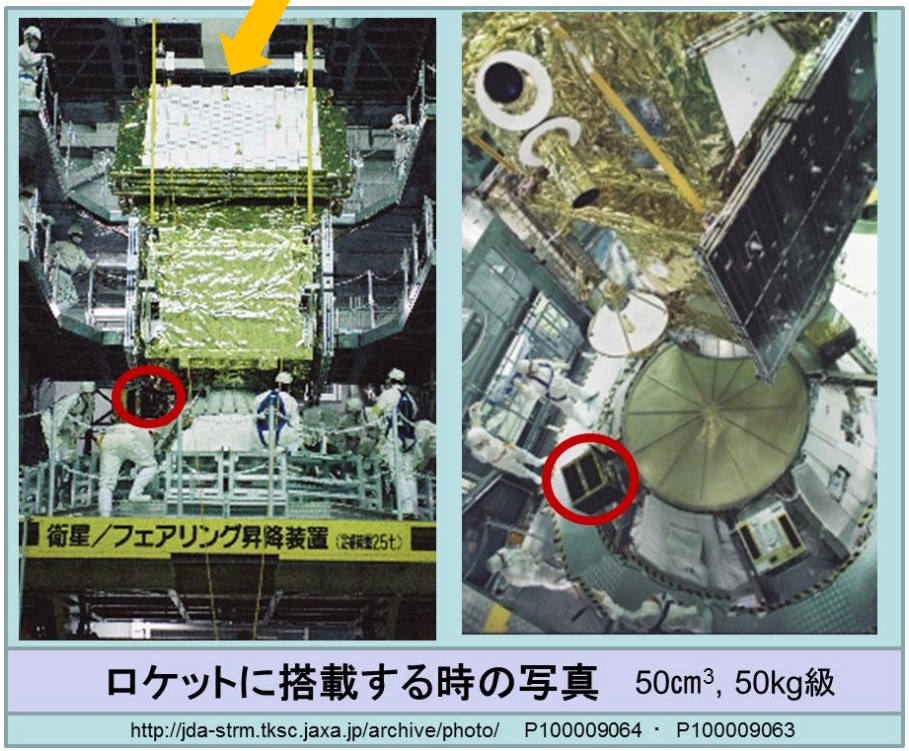
0 kg — 1 kg — 10 kg — 100 kg — 1000 kg

一例

www.nikkei.com

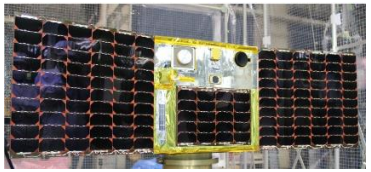
http://www.worldtimes.co.jp/

450×350×310[cm], 2000 [kg]



ロケットに搭載する時の写真　50㎝^{3}, 50kg級

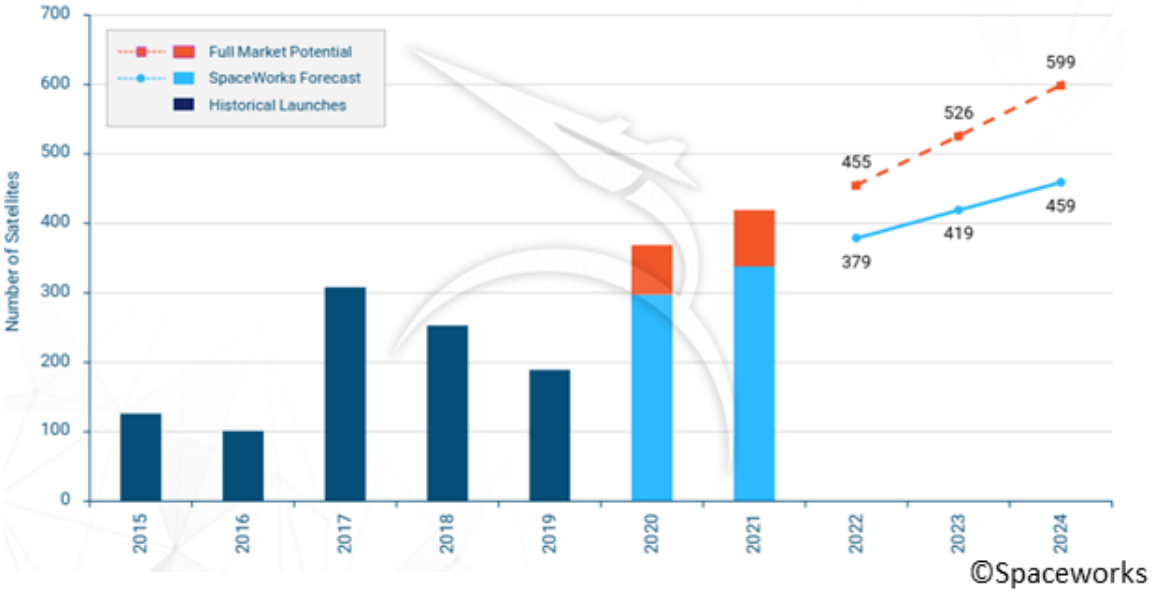
http://jda-strm.tksc.jaxa.jp/archive/photo/　P100009064 ・ P100009063

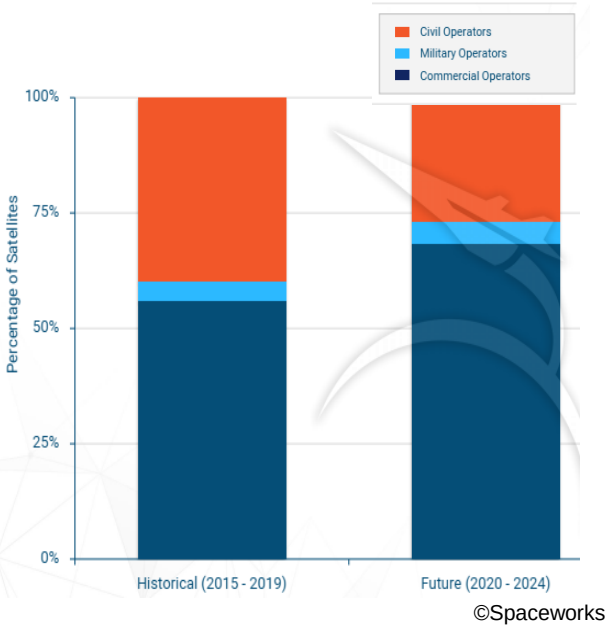


1.5m×0.5m×0.5m

10m×16.5m×3.7m

小型宇宙機 (2)





需要は増加傾向，特に民間からの需要が増加

- 機能，利用先としては，従来の活用先を網羅
- 新たな利用先の開拓，技術革新のためのツールとして注目される

活用例

より速く安く作るための方策
大きい衛星ではできないことをやりたい

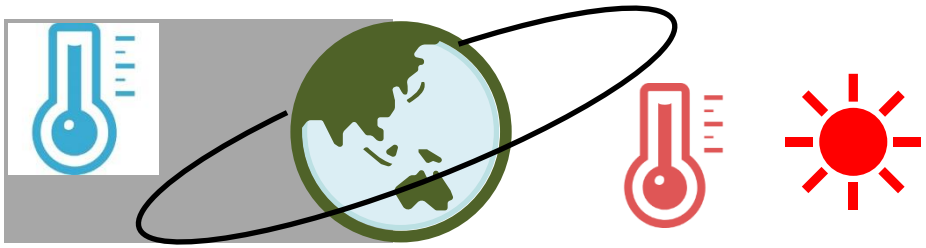
大学としての小型宇宙機活用

- 次世代の宇宙機開発に役立つ技術の研究
- 実際の宇宙機開発による技術の検証
- 近年は大学発宇宙ベンチャー企業も台頭

http://unisec.jp/unisec/satellites

□小型宇宙機の温度環境特性

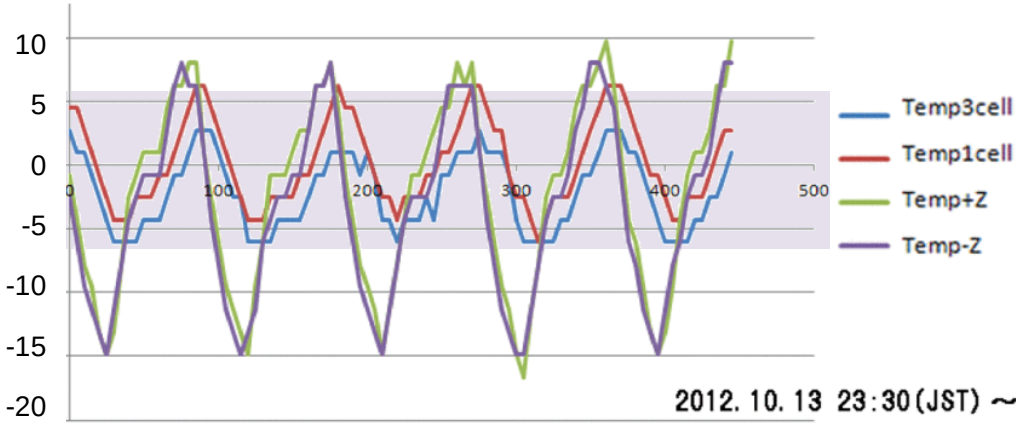
- 許容質量,電力,体積リソースに制約
  - 小型軽量，省電力機器
- 熱容量小,発熱小
  - 低温で安定しやすい
- 機器群の密集
  - 一部機器の独立制御が難



使用環境条件
：地上機器との差異

- 軌道運動に連動した周期加熱・冷却
- 冷却期間は発電が不可能
- 大気が存在しない

真空：輻射による熱入出力

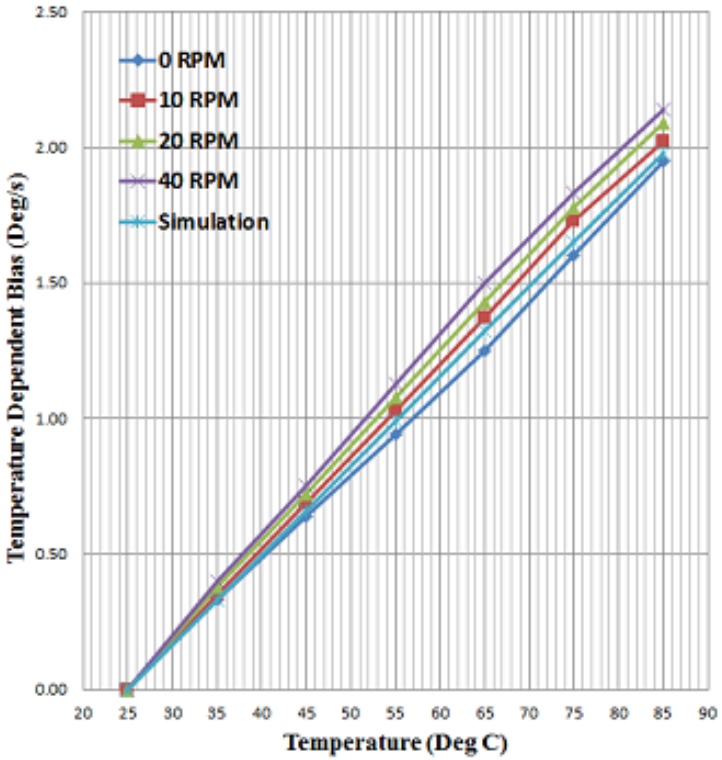


:, Tanaka et al, Development and Operations of CubeSat FITSAT-1 (NIWAKA), UNISEC Space Takumi J, Vol. 4, No. 1 (2013), pp. 1-25 (in Japanese).

技術実証実例：DENDEN-01

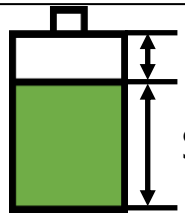
□使用機器の温度依存性

センサ出力の温度依存性



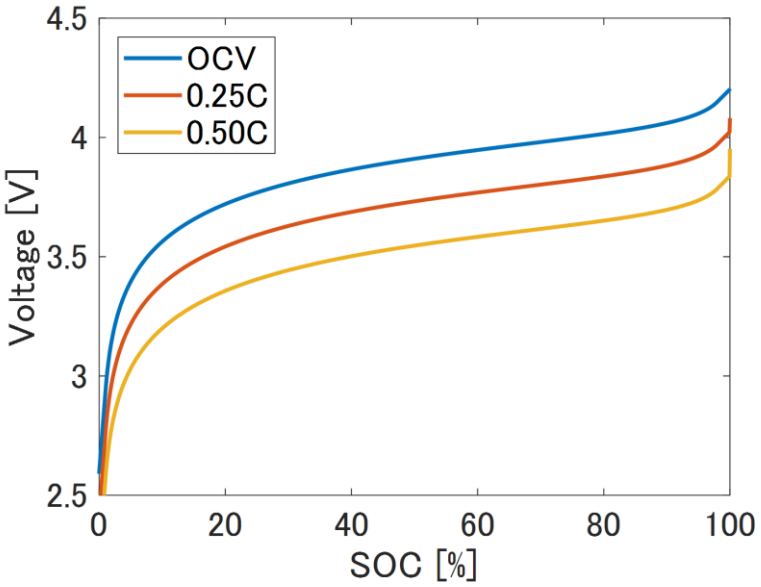
C. Patel et al, 2012

リチウムイオン電池の状態を表すパラメータ



DOD(Depth Of Discharge:放電深度)

SOC(State Of Charge:充電率)



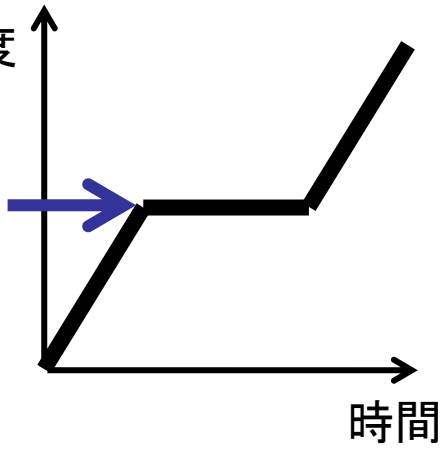
Cレート特性

技術実証実例：DENDEN-01

ASEL Aerospace Systems Engineering Lab. 名城大学

□ 研究シーズ：相変化蓄熱材料を活用した温度制御システム

相変化蓄熱材料



相変化エネルギーとして
蓄熱を実現

ハードウエアとソフトウエアを融合したシステム構築

制御対象の温度特性

実験的検証による
温度依存性取得

対象のモデル化・温度補償

＋ モデルを用いた状態推定

適切なハードウエア設計

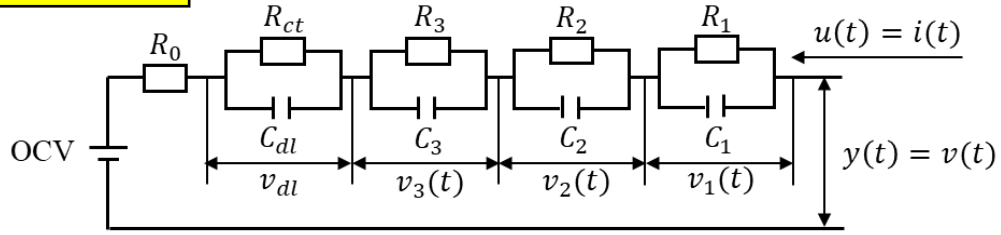
所望性能の実現

使用温度環境情報

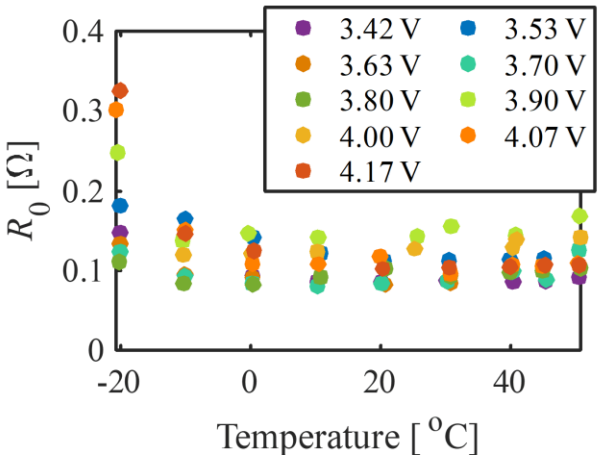
温度制御材料
温度安定化材料

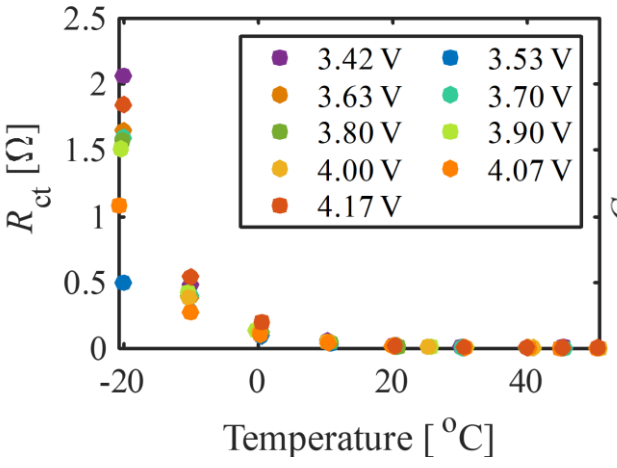
ロバッテリ特性の測定とモデル化

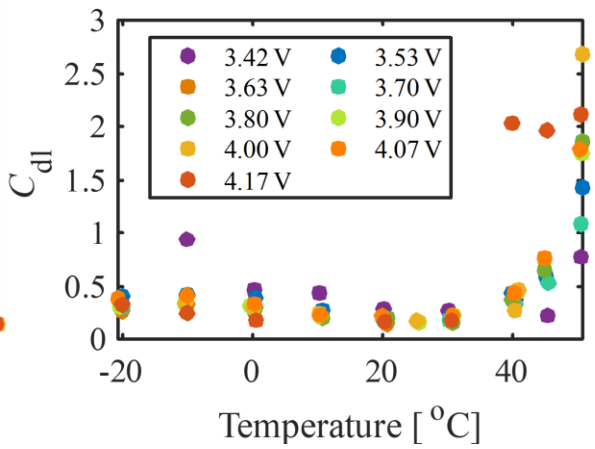
等価回路モデルの利用



温度依存性のあるパラメータの実験による同定



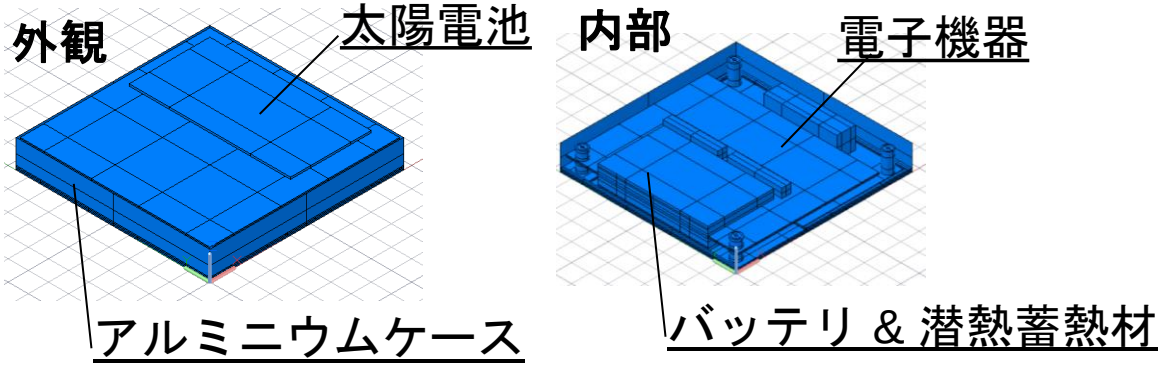




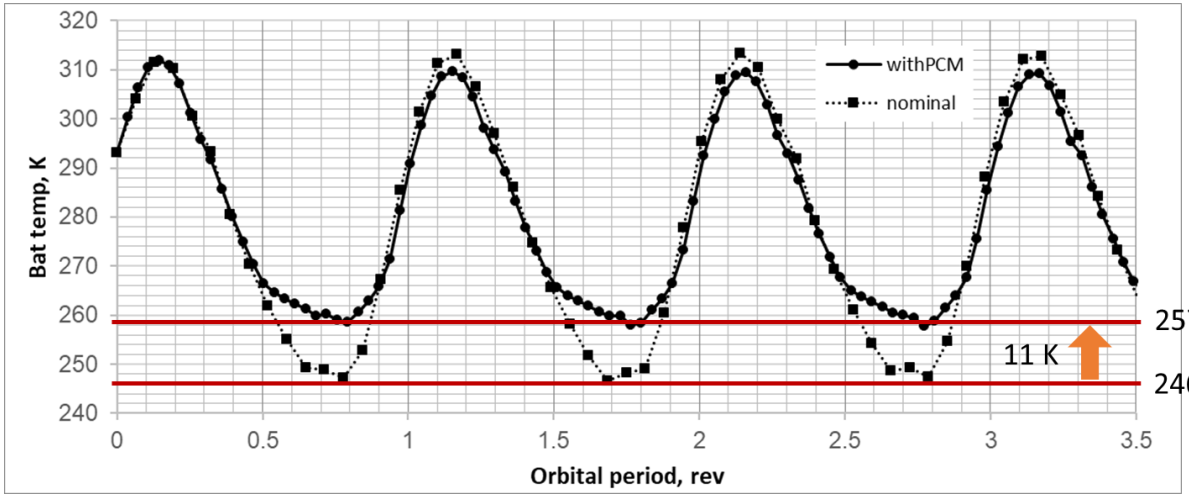
温度安定化要求の設定
構築モデルを用いた精密状態推定，推定情報を用いたシステム制御

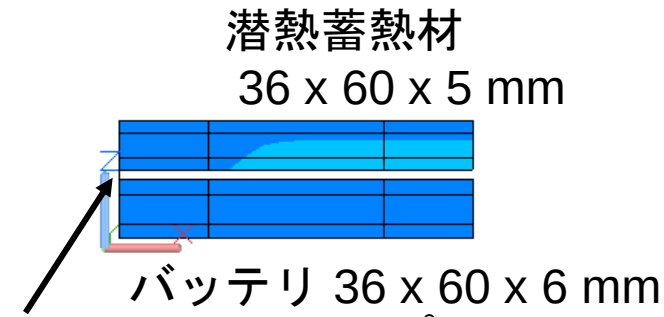
技術実証実例：DENDEN-01

簡易モデルでの温度安定化実現可能性評価



温度変化の緩和





技術実証実例：DENDEN-01

◘Denden-01(ultra-DENse power DEmoNstrator)

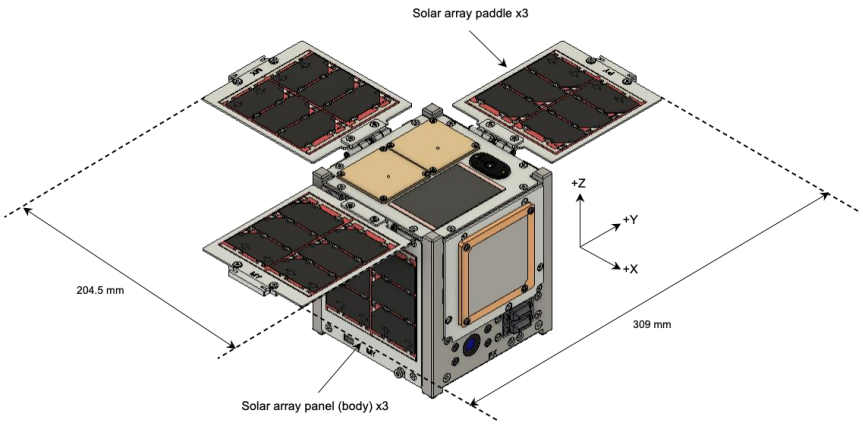
宇宙環境用高性能電源実証衛星

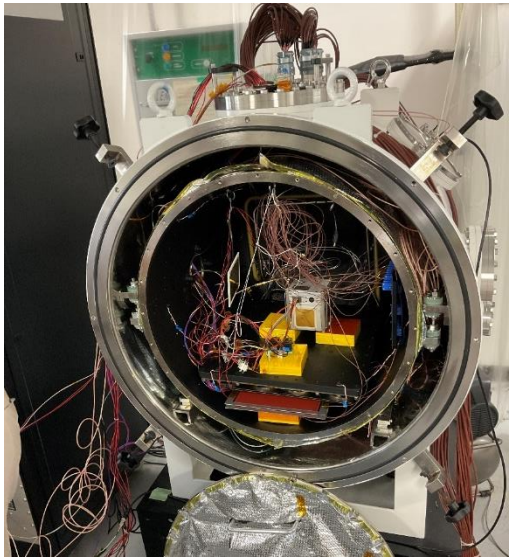
・軌道上利用実証実績のない電池の実証

・潜熱蓄熱材システムの軌道上実証

・モデルに基づく高精度電力状態推定を活用した運用計画系の実証

など

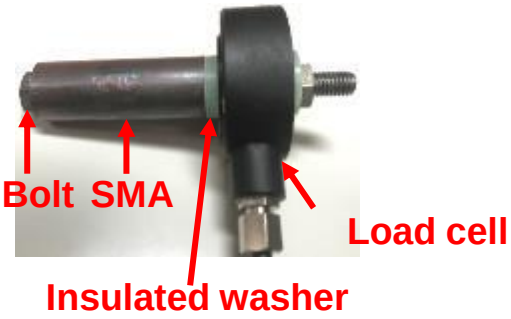




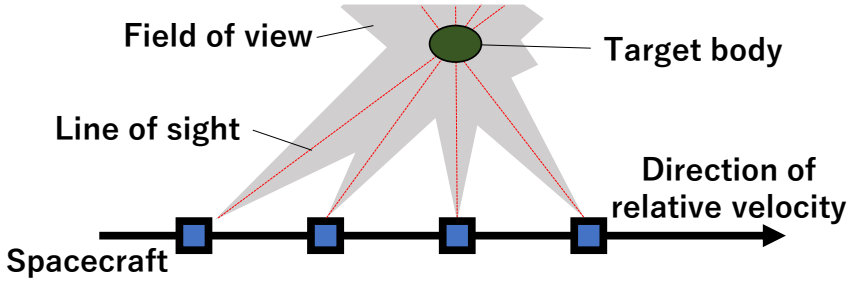
宇宙環境模擬試験

その他技術シーズ等

- モデルを活用した開発効率化検討
- 小型軽量アクチュエータシステム
  - スマート材料による軽量化
  - 高精度制御の実現のための制御システムの提案



- 画像を用いた目標物追尾制御精度の向上



- 特定小電力無線機を用いた通信網の検討