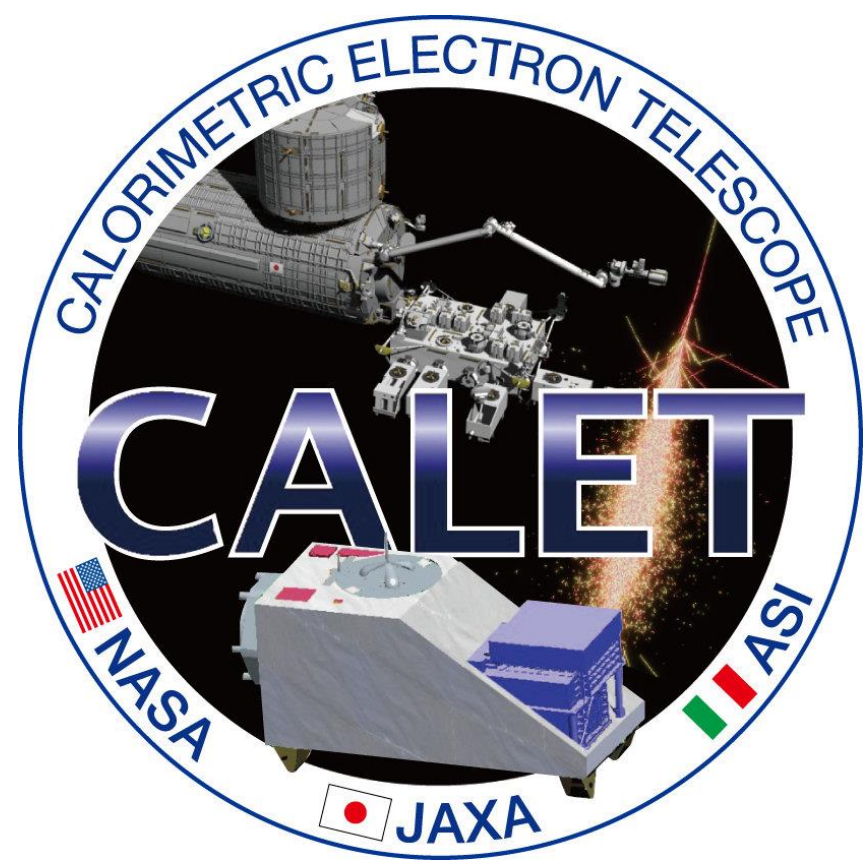




CALET地上運用システム ～WCOCの役割と準備状況～

早大理工研, 神奈川大工¹, JAXA², 東大宇宙線研³
浅岡陽一, 鳥居祥二, 小澤俊介, 笠原克昌, 神尾泰樹, 下村健太,
仁井田多絵, Holger Motz, 力石和樹, 田村忠久¹,
上野史郎², 清水雄輝², 富田洋², 赤池陽水³, 他CALETチーム

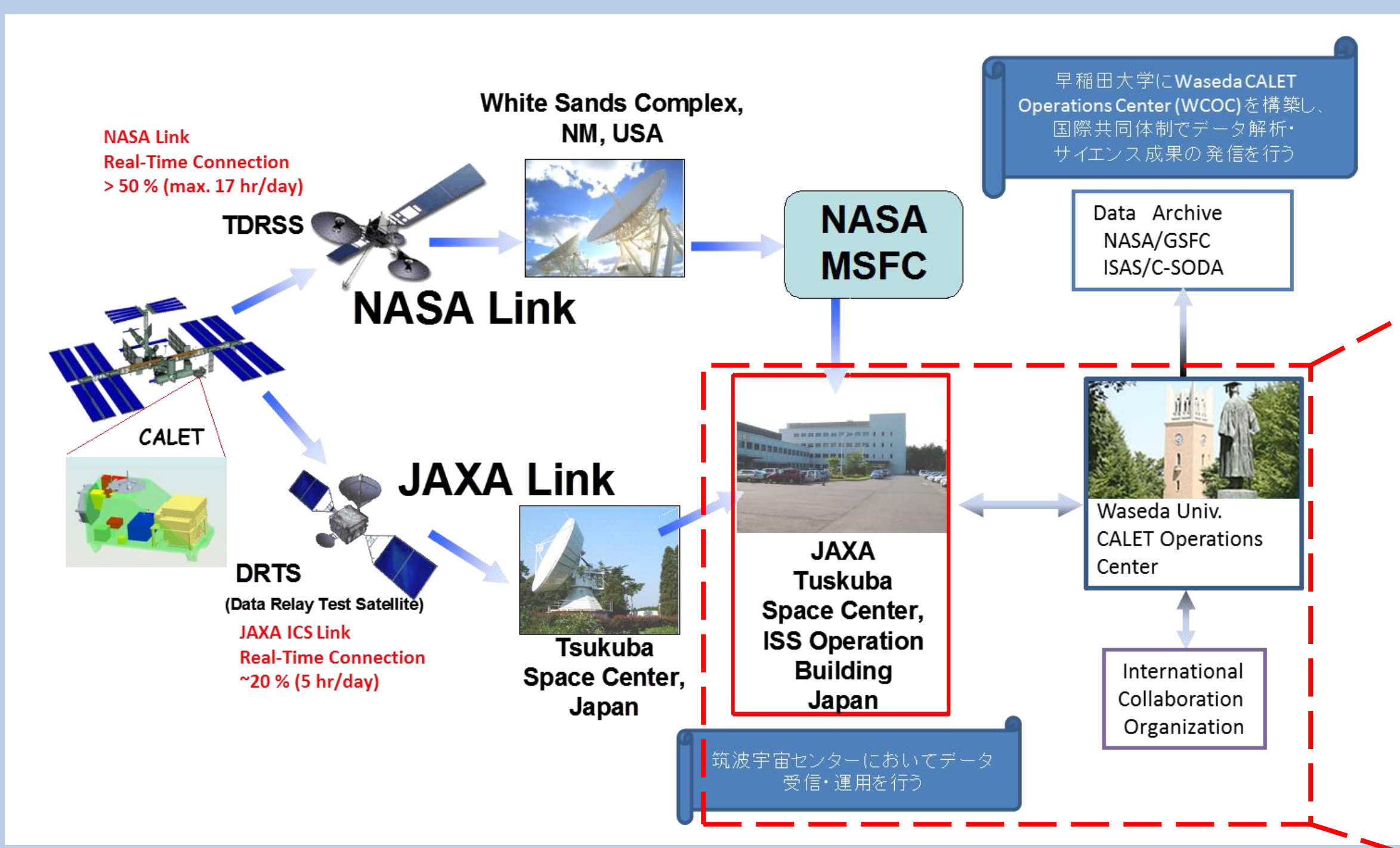
概要: CALETは2014年度から国際宇宙ステーションで観測を開始する高エネルギー宇宙線観測装置である。撮像型と全吸収型を組み合わせた計30放射長の分厚いカロリメータを搭載し、1GeV～20TeVの広い範囲で電子のエネルギースペクトルを高精度で決定する能力を有している[1-2]。現在軌道上での観測開始に向けて、CALETの状態を常時監視し適切な運用を行うための地上運用システムがJAXAにて準備されている。早稲田大学にもJAXAの地上運用システムと連携し、特に科学データの質の確保を目的としたミッション運用とデータ解析を行う Waseda CALET Operations Center (WCOC) が設置され、観測開始に向けてハードウェアやソフトウェアの準備を着々と進められている[3-4]。本ポスターでは、このようなCALETの地上運用システムについて、特にWCOCの役割と準備状況を中心に記述する。

軌道上データのダウンリンク:

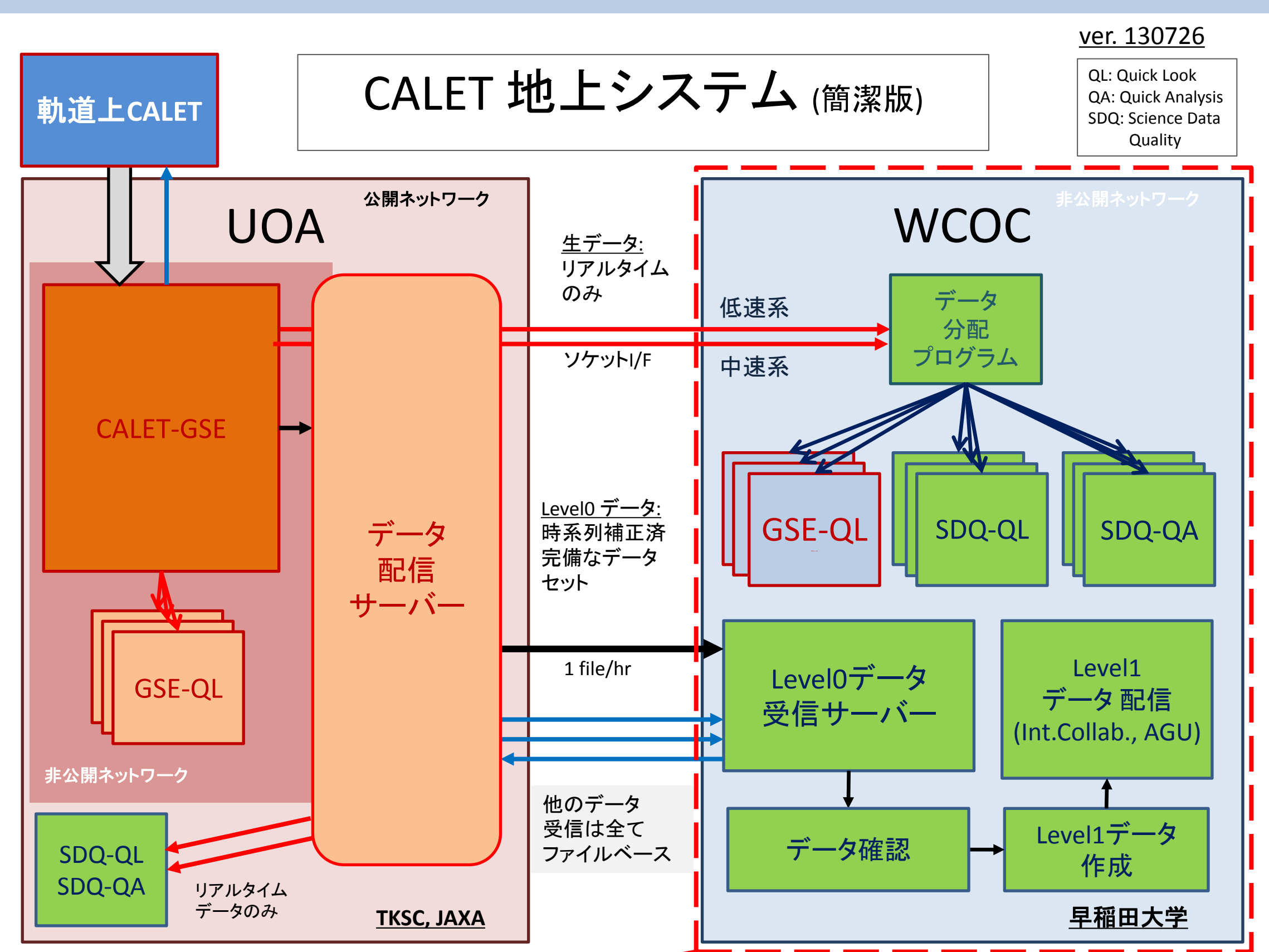
国際宇宙ステーション(ISS)軌道上でCALETが取得するデータは、これまでに実施されている他のISS船外実験と同様に、NASAとJAXAが有する2種類の伝送経路を利用してJAXAの筑波宇宙センター(TKSC)に設けられたUser Operations Area (UOA)で受信する。データ通信には、それぞれ中速系(～300 kbps)と低速系(～35 kbps)を使用する。一日のうち約70%はリアルタイムでのデータ受信が可能である。残りの30%のデータは一旦軌道上にて保存され、通信が可能になった際にリアルタイムデータの5倍以上の速度でダウンリンクされる。

CALET地上システム:

CALETの軌道上運用はTKSC/UOAにあるCALET地上運用設備と早稲田大学に設置される Waseda CALET Operations Center(WCOC)にて行われる。UOAでは、データの保存や監視、コマンドの作成・送信を行うと共に、CALETに関する全てのデータをWCOCに配信する。UOAからWCOCへ配信されるデータには二つの系統が存在する。一つは、ISSの可視時間に装置の状態やデータ取得状況をリアルタイムに監視するための送信速度を最優先した生データ配信で、もう一つは科学データ解析のための時間情報、イベント情報などを整理したLevel0データ配信である。



CALET地上システム詳細

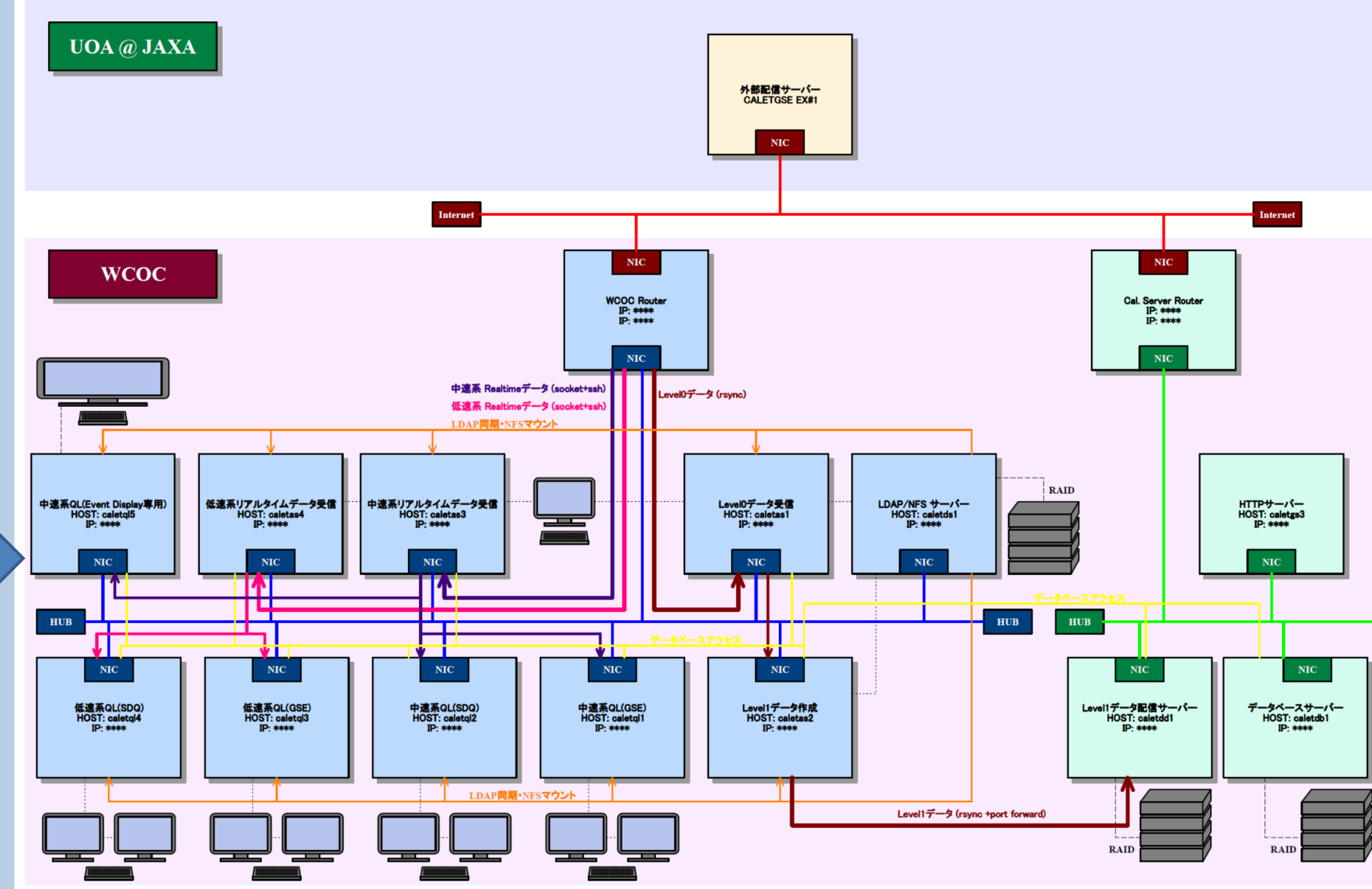


WCOCの役割:

[役割1: ミッション運用] CALETの運用において、JAXAは装置健全性の確保に、早稲田大学はサイエンスデータの質の確保に責任を持ち、明確な役割分担の下、密接に協力しながら高効率観測を支える。そのため、WCOCではUOAと同様にCALETメンバーの研究者が常時HKデータモニタやイベントディスプレイ等のQuick Look (QL)によりリアルタイムデータを監視し、必要に応じてUOAからコマンドの配信を行う。緊急な対処が必要な事態が発生した場合に、UOAとWCOC間での情報伝達を迅速に行うため、両者では同一のQLが監視可能となるようなシステム設計がなされている。

[役割2: 科学解析用Level1データ配信] リアルタイムデータ配信に対して、科学解析用のデータとなるLevel0データでは、時系列補正とデータ欠損の補完が行われている。Level0データは中速系リンクを介して送出されたデータパケットを全て含み、データ形式は可変長のバイナリーとなっている。WCOCでは、Level0データの完備性を十分にチェックすると共に、各ADC値を物理量に変換するなどの処理を加えた、科学解析に必要な情報を全て保持するLevel1データを生成し、国内外の各研究機関へ配信する。

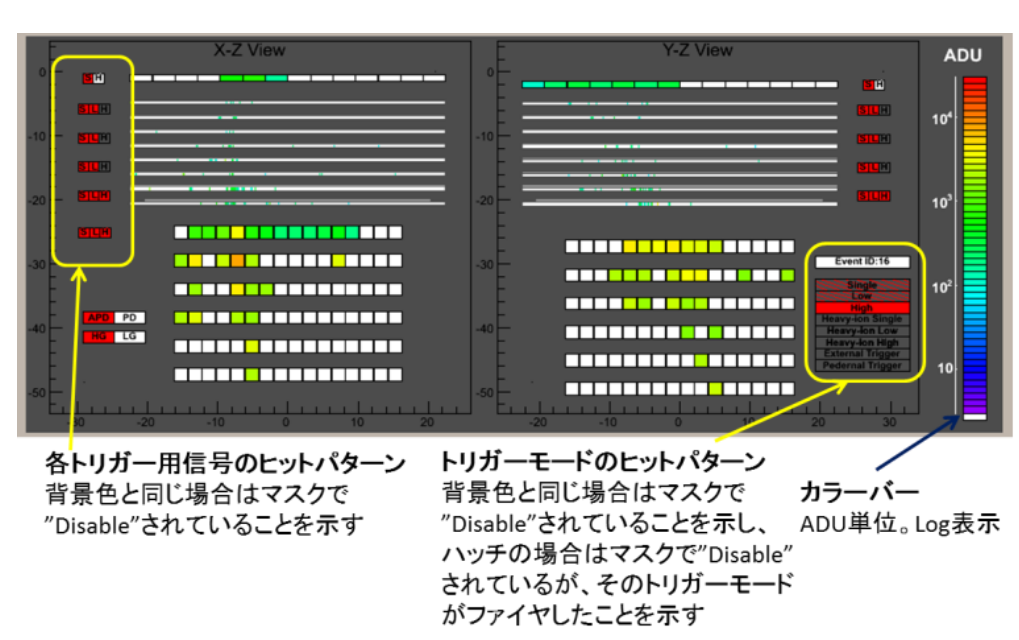
WCOC詳細



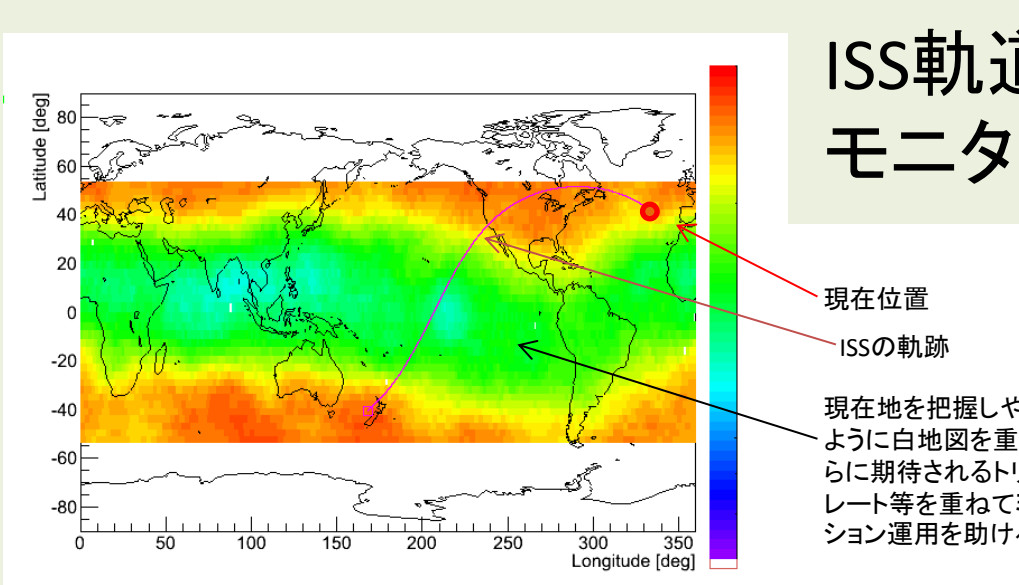
CALET軌道上データ模擬:

CALET地上運用システムのテストや、WCOCでのQuick Look, 初期解析のためのソフトウェア開発とLevel0データ処理システムの開発、軌道上運用のシミュレーションを目的として、軌道上で期待されるデータを再現する軌道上データ模擬システムを開発した。ISS軌道上で観測される二次粒子を含む宇宙線流束をATMNC3を用いて予測し、検出器やCALETデータ処理システムの詳細シミュレーションを駆使して現実的な軌道上CALETの模擬データを作成した。

開発中のQLの例

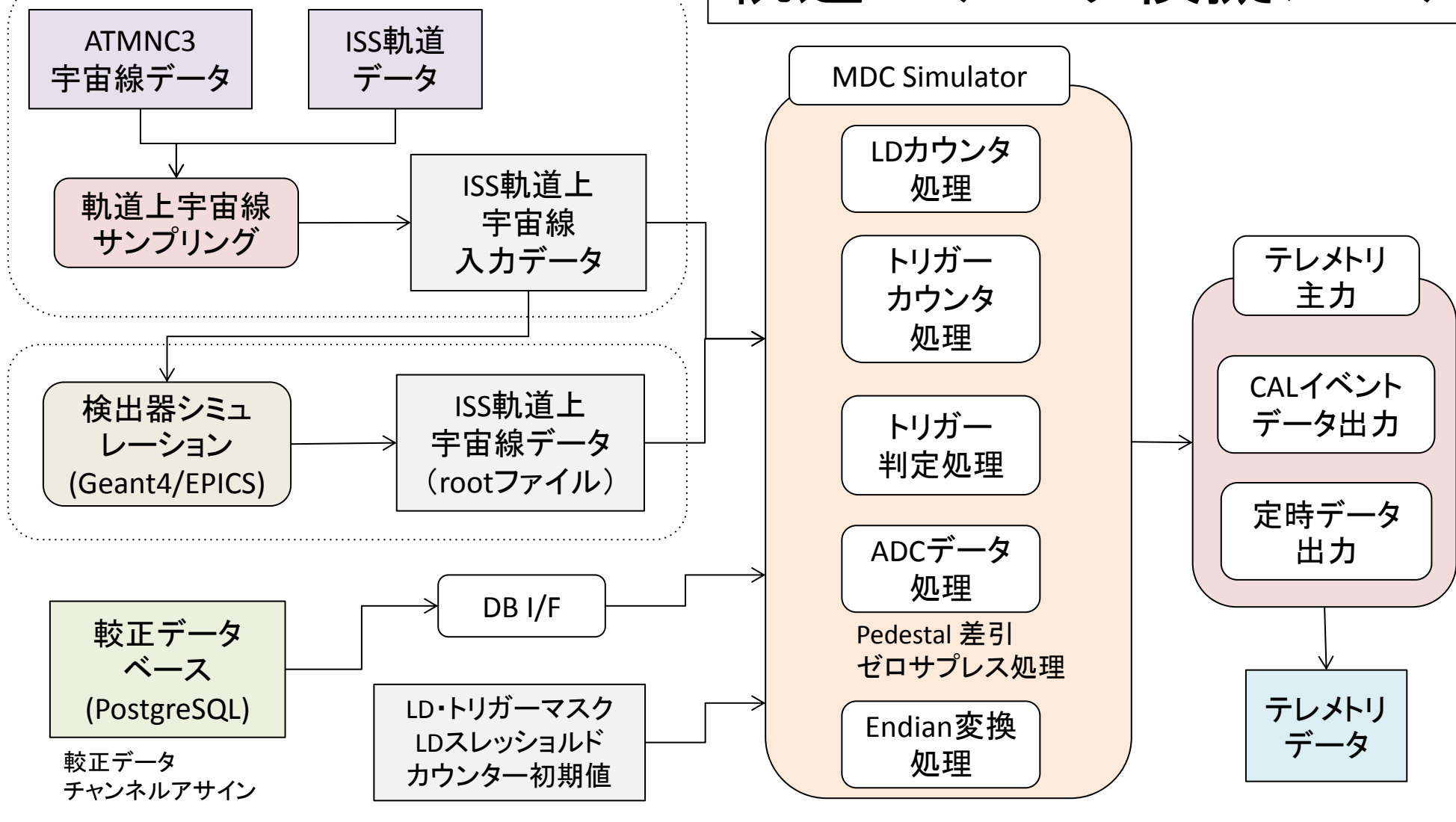


イベントディスプレイ



温度モニタ

軌道上データ模擬システム



WCOCの準備状況:

- ミッション運用に最低限必要なハードウェアの準備が完了した。
- I/F試験に向けてリアルタイムデータ受信のための準備を進めている。
- 軌道上データ模擬システムを使用して、WCOCで受信するLevel0データ、生データの現実的なサンプルデータを作成した。
- このサンプルデータを活用して、Quick Look や Level0データ処理のためのソフトウェア開発を行っている。実際の運用時に受信するデータに近い現実的なデータを使用することで開発効率を高めることを狙っている。

参考文献:

- S. Torii for the CALET Collaboration, "Overview of the CALET Mission to the ISS", Proceedings of the 33rd International Cosmic Ray Conference (Rio de Janeiro, Brazil), CR-IN ID# 0147 (2013)
- S. Torii for the CALET Collaboration, "The Calorimetric Electron Telescope (CALET) for High Energy Astroparticle Physics on the International Space Station", IEEJ Transactions on Fundamentals and Materials, 132, 8, 603-608 (2012).
- T.G. Guzik for the CALET Collaboration, "The CALorimeter Electron Telescope (CALET) ground data handling and processing system", Proceedings of the 33rd International Cosmic Ray Conference (Rio de Janeiro, Brazil), CR-IN ID# 0168 (2013)
- 赤池陽水他, "CALETの運用及びデータ解析・管理システムの概要", 「宇宙科学情報解析論文誌」第3号, 印刷中