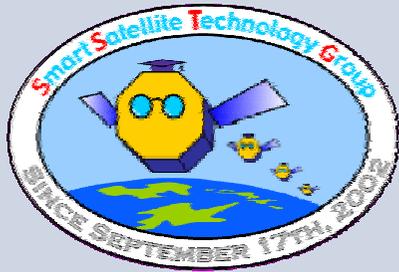


マイクロラブサット1号機搭載民生計算機を用いた シングルイベントの計測実験

木村真一、永井康史、山本宏、秋岡眞樹 (通信総合研究所)
橋本英一、高橋伸宏、加藤松明 (宇宙航空研究開発機構)

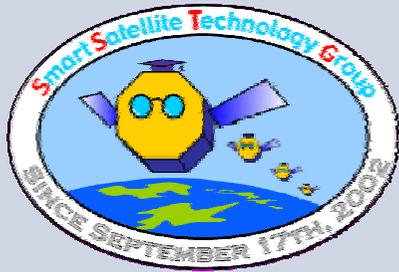


マイクロラブサット1号機での 遠隔検査技術実験

- 軌道上で故障した人工衛星の保全を行うシステムの研究
- 軌道上で衛星を保全するために必要な
 - 画像処理技術
 - 自律制御技術に関連するハードウェア及びソフトウェアに関する実験を行う

- マイクロラブサット1号機に計算機とカメラを搭載
- 画像処理・自律制御に関する実験
 - 高い演算速度要求
 - コスト的な制限

COTS (Commercial -Off-The-Self)の積極的な活用が必須



太陽と計算機？

- 太陽フレアによる宇宙放射線の増加は半導体デバイスにも深刻

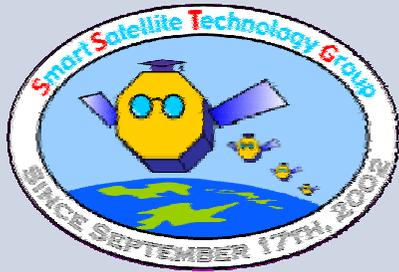
シングルイベント

「Single Event (単発事象) 半導体部品の高集積化に伴い、宇宙放射線の粒子がたとえ1個でも集積回路を通過すると、その回路に一時的な誤動作(ソフトウェア)や永久的な損傷(ハードエラー)が生じること。」

SEU: 「Single Event Upsetの略称。シングルイベント現象の一種。荷電粒子の入射によりメモリ素子などに記憶されていた情報が反転(0と1が逆転)すること。RESETやREWRITEにより回復可能である。」

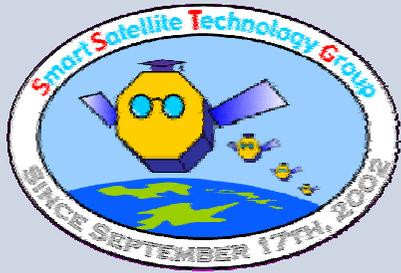
SEL: 「Single Event Latchupの略称。シングルイベント現象の一種。荷電粒子の入射により大電流が流れ、デバイスの機能が失われること。」

- 宇宙用デバイスの宇宙用デバイスたるどころ



メモリスキャン実験

- COTSデバイスは放射線の影響を受けやすい
 - その利用のためには軌道上での特性の把握が必要
- 「放射線の影響を受けやすい」ことを逆手にとって、いささかなりとも宇宙放射線について情報を取得
- メモリ内のシングルイベントを連続観察する実験
 - メモリスキャン実験
 - メモリ等の民生用デバイスの特性把握
 - 太陽天気関連のアクティビティーにご協力頂き、宇宙放射線についての情報を取得
 - この実験の実施に当たって「太陽地球環境予報」とWebで公開されている情報は、素人にもわかりやすく、大変助けになりました！！改めて感謝申し上げます！！

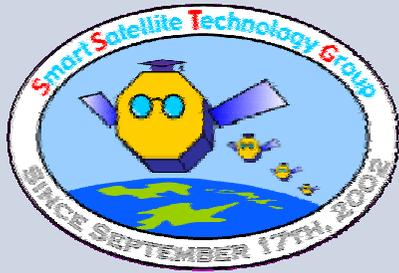


マイクロラブサット1号機

- 宇宙航空研究開発機構(JAXA)により開発された60kg級のピギーバック衛星
- 2002年12月にADEOS-IIの相乗り衛星としてWEOS, FEDSATとともに打ち上げ
- 2003年5月に定常運用段階を完了予定されていたすべての実験に成功
- 2003年5月以降後期利用段階として発展実験を実施中

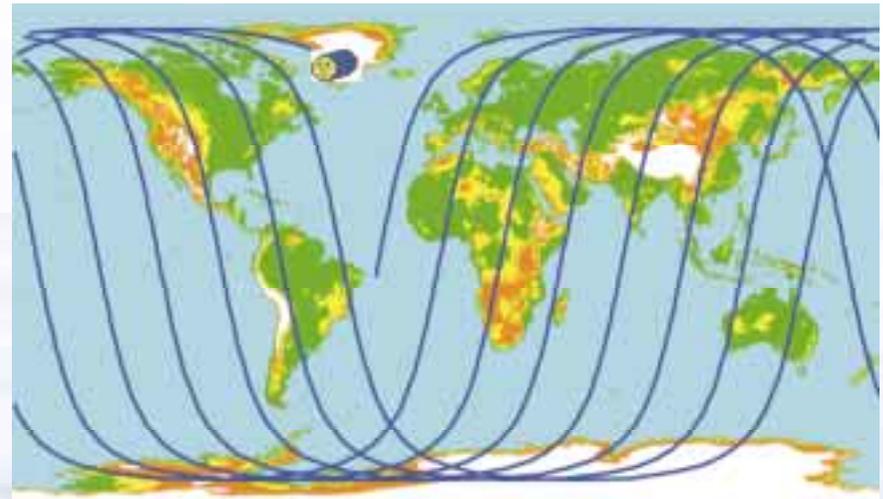


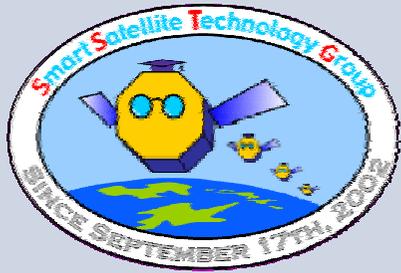
Photo by
JAXA



軌道条件

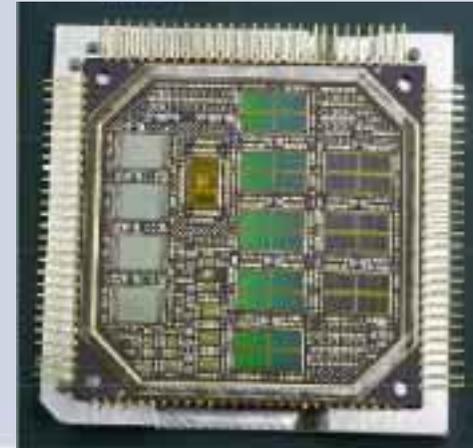
- 約800km高度の極軌道 約100分で1周回
- 可視時間は日本上空で約10分、朝10時頃と夜10時頃にそれぞれ2ないし3パス
- 軌道条件(TLE Epoch 03332.81776926)
 - Inclination 98.6345 deg.
 - RAAN 44.2159 deg.
 - Eccentricity 1.0011808
 - Argument of Perigee 85.4191 deg.
 - Mean Anomaly 274.8334 deg.
 - Mean Motion 14.28637966 rev./day

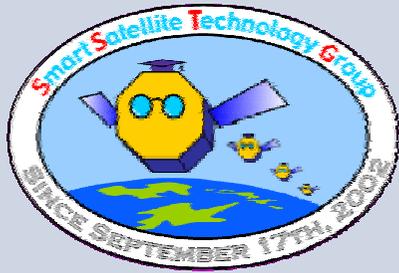




実験機器

- CPU
 - R4300 Family 64bit RISC
 - 100MIPS 10MFLOPS
 - Multi-Chip-Module(MCM)
- Memory
 - 容量: VRAM 4Mbyte Work RAM 2Mbyte
 - Program領域はEDAC(誤り訂正)符号で保護
- Process
 - Memory内を一定数値(0xaa)で埋める
 - 内容をチェックしつつ0x55に変更
 - 内容をチェックしつつ0xaaに変更
 - 約4秒毎に上記プロセスを繰り返す





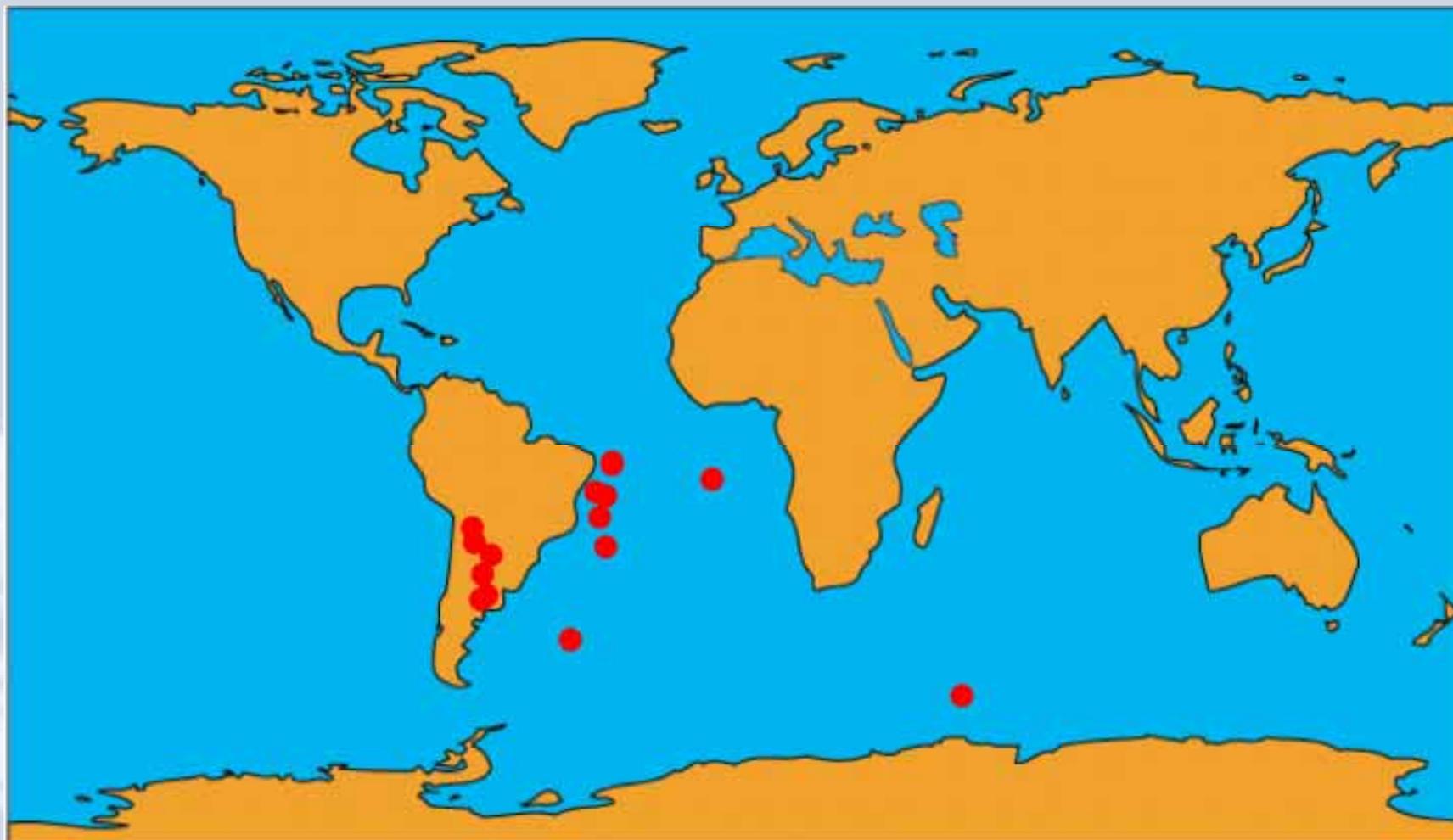
再プログラム機能

- RTOS(pSOS)のタスク管理と、独自のプログラム管理技術を活用することにより、搭載プログラムの打ち上げ後の変更を可能に
- 打ち上げ時に用意したルーチン・変数はすべて参照可能
必要部分だけアップロード
- コマンド・テレメトリの変更も可能
コマンド解釈・テレメトリ編集機能の置き換え
- 実施例
 - 地球方向検出 (選択的撮像)
 - イベント用撮像シーケンス
 - オーバーレイ機能実験
 - 空間フィルター実験 (慶応大学)
 - 姿勢制御実験 (NAL: 予定)
 - メモリスキャン実験



メモリスキャン実験結果：静穏時

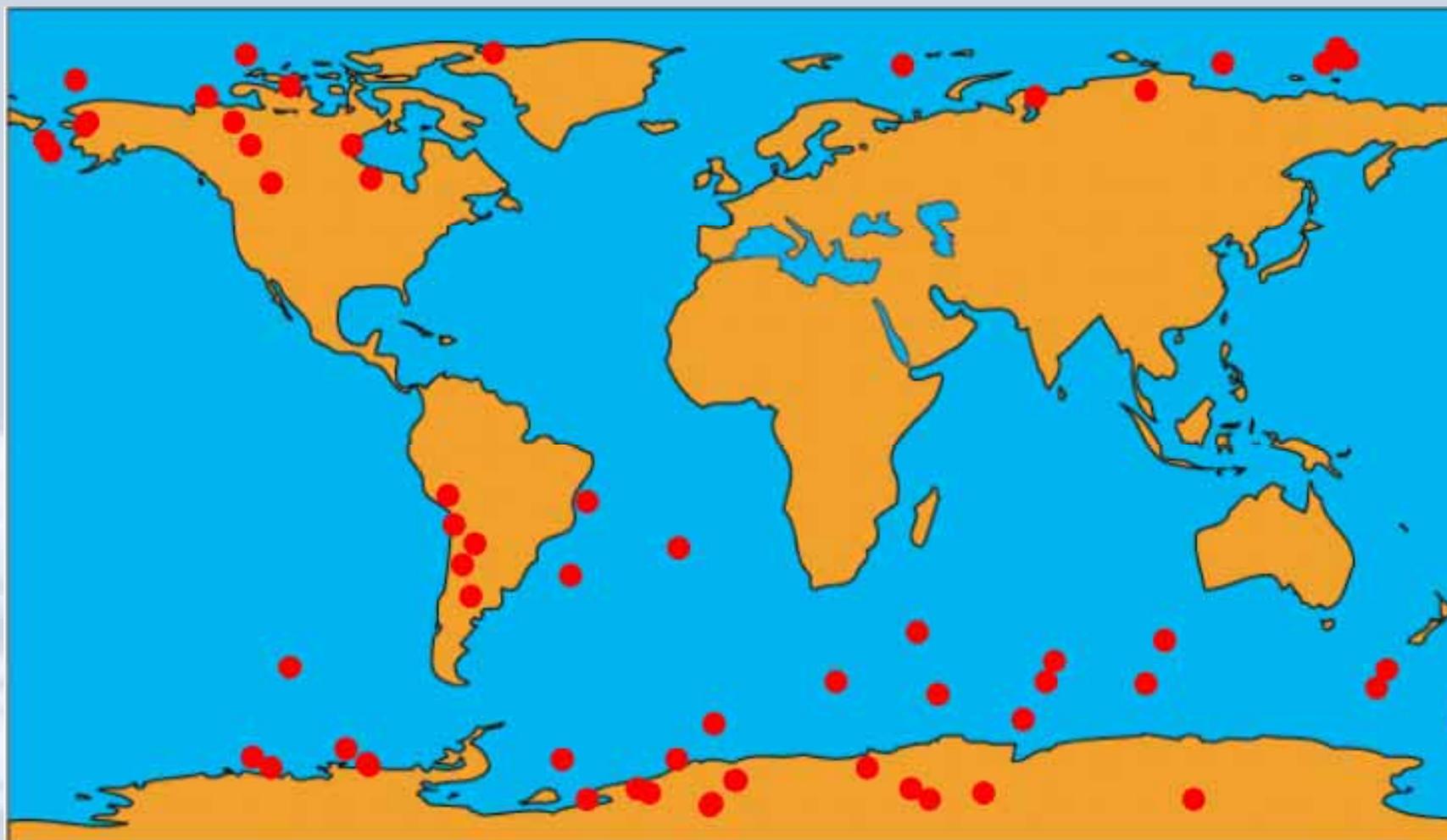
2003/10/8 02:05 2003/10/9 23:08





メモリスキャン実験結果 : フレア時

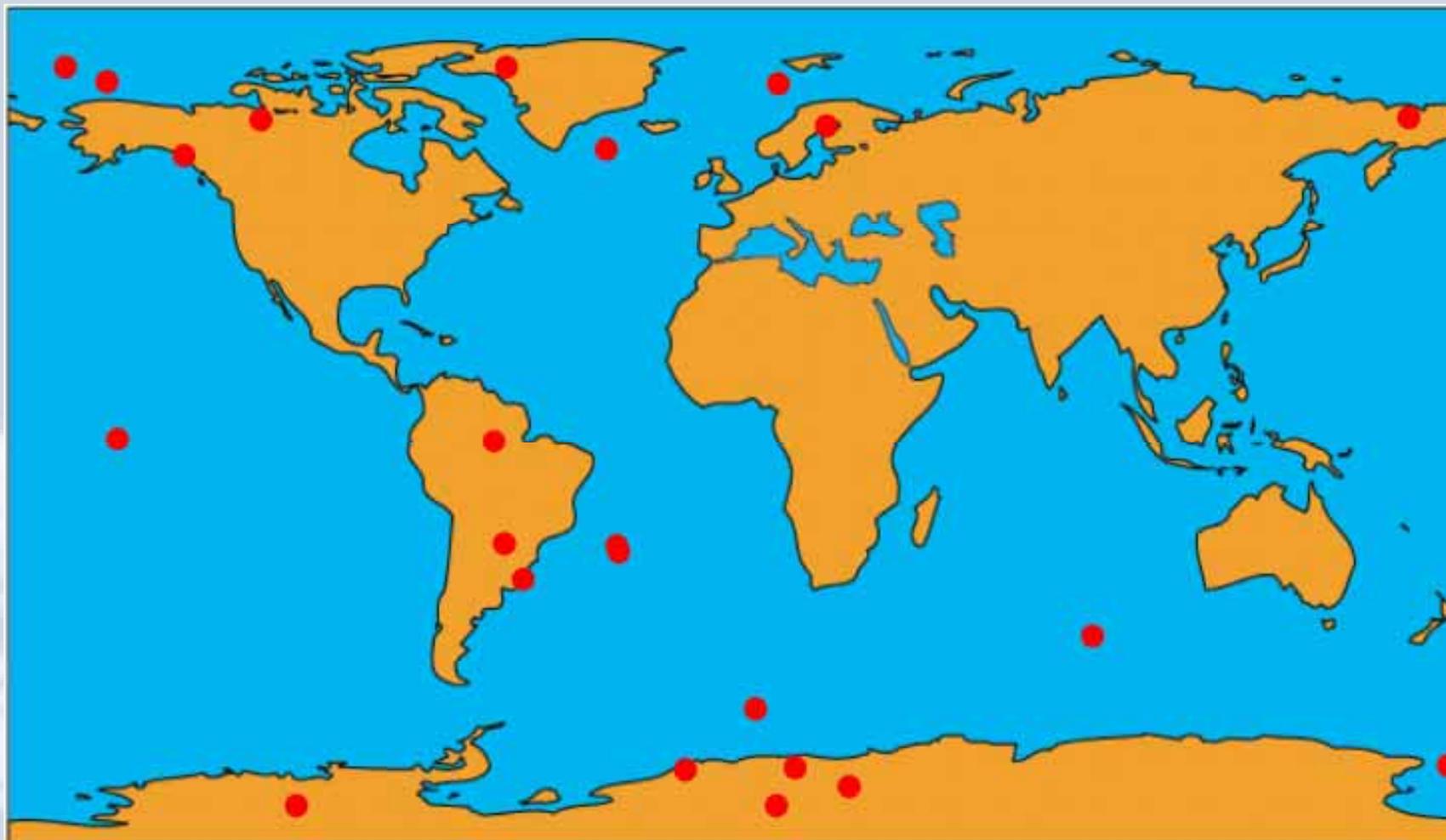
2003/10/29 02:22 2003/10/29 23:13





メモリスキャン実験結果 : フレア後1

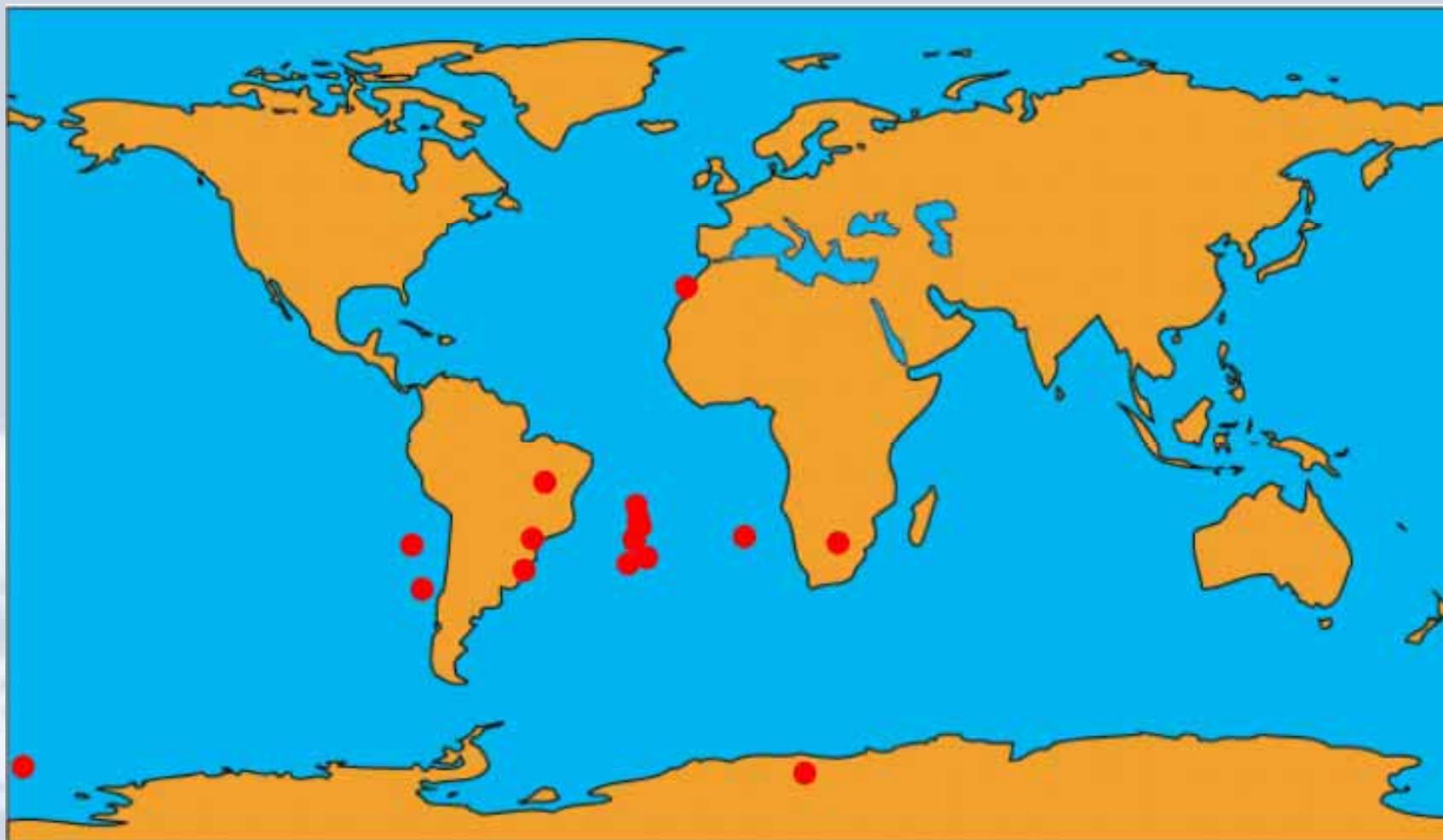
2003/10/30 01:57 2003/10/31 31 23:08

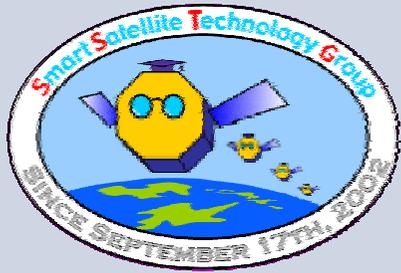




メモリスキャン実験結果 : フレア後2

2003/11/8 02:05 2003/11/9 23:08





まとめと今後

- COTSデバイスはフレアによるプロトンの嵐を無事乗り切った。
 - SEUの連続計測に成功
 - SELによる自動リカバリーも実証
- 今後も定期的に実施を計画
 - 特性の確認
 - イベントが発生したときの情報の取得
- ご専門の皆様にはぜひ積極的なアドバイスをお願いします。