

平成 22 年度 地球圏総合診断委員会/ISS 利用分科会 議事録

作成：大竹

件名：第 2 回地球圏総合診断委員会/ISS 利用分科会

日時：平成 22 年 11 月 16 日（火） 15：00～17：00

場所：大手町第一鉄鋼ビルディング地下 1 階 会議室 C

出席者：（敬称略、順不同）

委員：下田、浅井、江淵、佐藤、本多、向井、上垣内（吉村委員代理）

JAXA：道浦、福田、佐藤、梅沢、山本

東海大：大竹

議題：

1. 植生ライダー
2. FEOS による過去のセンサ公募結果について
3. 今後のユーザへのアンケート方針について
4. その他

配布資料：

- ・ 資料 ISS 分 2－1 議事次第
- ・ 資料 ISS 分 2－2 前回議事録
- ・ 資料 ISS 分 2－3 植生ライダー
- ・ 資料 ISS 分 2－4 2016 年以降の「きぼう」の地球観測分野に係る活用についてのアンケート調査（アイデア募集）

決定事項：

1. アンケート調査について、以下の通りとする。
 - ①「ミッションの目的」、「科学的意義」、「実用的意義」、「技術的新規性」、「緊急性」、「期待される成果」の項目を入れる
 - ②アンケートの配付先は FEOS 会員、関係する学会（写真測量学会、リモートセンシング学会、気象学会等）にお願いする
 - ③基本方針としてレビューを決め、ピアレビューを実施し、その結果を見ながらこの委員会でプライオリティを決めて、JAXA に提案する
 - ④1 月 14 日締切とする
2. 次回会合は 1 月下旬を予定

アクションアイテム：

1. 本日の議論をふまえてアンケート調査についての文案を再度作成し直す（大竹）
2. アンケート調査締切り後、本委員会のサイエンスの委員の方だけでも良いので集まってレビューの検討を行う（各委員）

議事内容：

1. 植生ライダー

○ 浅井委員より資料 1 に基づき説明が行われた。

<主な質疑応答>

- ・ 本多委員：passive でバイオマスや NEP、GPP が解決しているという話は間違っていて、ある程度答えが出ていて、相対的な値として A 地点と B 地点は何倍くらい違うのかというのは正しい。ただし、絶対値がわからない。絶対値は現地調査をしないとわからないということで浅井委員の提案で、LIDAR によりポイントで絶対値がわかれば passive のデータより遥かに良いデータになると思う。お話を聴いていて一番興味があったのは二次元アレイでディテクトするという話で、熱帯林を見ているとひとつのキャノピーが直径 30m 程度あり、その周辺にちょっと大きなギャップがあるという構造になっているので、そういう所で 3×3 の 2 次元というものができれば、4×4 くらいでやってもらえると空間的にも非常に助かるという印象を受けた。
- ・ 浅井委員：これは森林総研の方がマレーシアのサバ州に入ってやって、とにかくフットプリントが小さくなれば情報が非常に正確になって、もっと正確なデータが取れると言っていた。フットプリントは 20m だが、ISS の軌道により 20 から 30m のフットプリントの変化がある。最初に出したこちらが 25m を目標に設計しているという話は聞いている。
- ・ 本多委員：LIDAR によりスポットで取っていくとスポットとスポットの間隔はどの程度になるのか。
- ・ 浅井委員：だいたい 170m くらいになるのではないかと。400km の高さで 0.3mmrad で計算をするとだいたい 260m である。このフットプリントは 120m である。0.2mmrad にするとフットプリントが 80m である。
- ・ 本多委員：スポットで 2 次元アレイで取ったとしてもかなり空間解像度粗いので、どこを見ているかわかるために LIDAR と一緒に Imager があると色々な研究に役立てることができると思う。ただ、データ転送レートの点を考えると厳しい。
- ・ 道浦執行役：通常のカメラを使えば良いのではないかとというのはご意見だが、ハイビジョンはずっと使えるのか。
- ・ 上垣内委員代理：ハイビジョンは 2013 年に打ち上げる。ただ、市販のものを飛ばして、市販のものが耐えられるかも含めてなのだが、一年くらいで駄目になる可能性がある。
- ・ 下田分科会長：樹幹が見えないとあまり役に立たない。ハイビジョンカメラは無理だろう。
- ・ 本多委員：データ転送レートは別にして、時間が付属した画像データを後で下せば研究としては役に立つ。
- ・ 上垣内委員代理：これは技術立証ということだが、どのくらいの期間運用するつもりか。
- ・ 浅井委員：基本的には 2 年ミッションと言われているので 2 年を想定している。ISS そ

のものは暴露部であれば実証と我々は捉えている。これを基に実際の実衛星へのステップを考えている。そのために絶対必要ということである。

- 下田分科会長：CALIPSO が一レーダ 5 年寿命で、冗長系があり 2 本載せているので 2 本あれば 10 年動くのではないかというのが現状の技術である。
- 浅井委員：それは NASA の技術である。我々は次の次を考えていくとステージを上げるためにはこれを上げて色々な実験データを取っていく必要がある。
- 下田分科会長：CALIPSO が今飛んでいる。雲は測れるが、樹高は測れない。実際に樹高が測れるレーダだというのは宇宙には飛んでいない。完全にパルスでしか測っていない。帰って来たものを連続で記録しないと樹高は見えない。2 次元アレイにするのは興味深い、S/N は足りるのか。
- 浅井委員：S/N の問題はどのくらいの高感度でできるかをメーカーとまだ検討を始めたばかりである。極端なことを言えば夜だけなら大丈夫である。それがアクティブの強みである。
- 道浦執行役：本多委員の場合だと Imager のようなレファレンスがないと使えないのか。
- 本多委員：どこを撃ったかわかれば現地に行って調べることもできるし、他の衛星のデータとマッチングして解析ができる。
- 下田分科会長：GPS は位置だけなので姿勢がわからないといけない。当然スタートラッカーは付くわけだが、スタートラッカーの精度でどこまでいくかという話である。衛星位置は GPS で衛星の姿勢はスタートラッカーである。これは絶対に必要である。
- 浅井委員：それはもちろん考えている。
- 下田分科会長：1064nm からどうやって 660nm を出すのか。
- 浅井委員：これは 1320nm で第二高調波で行う。レーザ 1 本である。それに対して 3 波長の場合は 1064nm と 532nm の NdYAG レーザの 1 本とこの上の 1320nm の第二高調波の 660nm である（資料 1、P.15）。
- 道浦執行役：（1）でも本多委員の研究に役に立つのか。
- 本多委員：役に立つと思う。
- 下田分科会長：（2）である必要はないと思う。非常に複雑になる。
- 浅井委員：複雑ではなく、redundancy から言うと（2）の方が 660nm を出す関係上で 1320nm も出るようにしてある。redundancy から言うと 2 波長の（1）だとレーザ 1 本だが、これは 2 本載っている。
- 下田分科会長：レーザ 1 本とは考えてない。必ず同じものが 2 本載る。
- 浅井委員：本当は 3 本載せたい。CALIPSO は 2 本だが、GLAS は 3 本ある。ESA で考えているのは 3 本である。
- 下田分科会長：ESA はレーザ開発でトラブルがある。ドップラーライダと EarthCARE に搭載する LIDAR とレーザヘルツが同じらしい。ドップラーライダが先に飛ぶがそちらに問題があり、EarthCARE は打ち上げが遅れそうである。ミラーだが ELISE のミラーが残っているので使って欲しい。磨き直さないといけないが、SiC は 80 いくかど

うかということなので、1mの方が感度的にはだいぶ楽なのではないかと考える。

- 上垣内委員代理：有人のメリットとして上で交換可能にしておけば必ずしも最初から並べておく必要はない。
- 下田分科会長：ただ、交換可能というのも難しい。相当簡単に交換可能にしておかないと難しそうである。最初から並べておいた方が安全だと思う。これは5年でできるか。
- 浅井委員：基本的な技術はレーザと望遠鏡、ディテクタの3つだと思う。レーザと望遠鏡に関しては大丈夫だと思う。高速の2次元アレイは開発要素が入って来るのではないと思う。
- 下田分科会長：高速の2次元アレイが欲しければNPPならあると思う。それからサイエンスチームの構成だが、雲・エアロゾルの研究者がいない。
- 浅井委員：そもそもサイエンスチームのためのお金がない。きちんとやる時になればもっと委員を入れて、サイエンスチームのリーダーはサイエンスの人に任せる。
- 下田分科会長：MDS-LIDARの時もそうだったが、日本のLIDARグループ全員でかかって欲しい。今は浅井先生、杉本さん、水谷さんの3名だけである。
- 浅井委員：あまりにもLIDARオリエンティッドになり過ぎてはどうかと考えた。
- 下田分科会長：開発に関してはそう願いたい。
- 浅井委員：それはもちろんおっしゃる通りである。
- 下田分科会長：データレートについてはLIDARだけであれば圧縮できると思う。先ほどの値そのものはそれほど大きな問題ではないだろう。
- 浅井委員：どのくらいまでなら大丈夫なのか。
- 下田分科会長：データレートは半分に圧縮できるだろう。きちんと考えれば3、4倍いけるような気はする。7Mが4分の1になる。
- 向井委員：今の話をまとめるとこのような話になるだろうか。ISSのような低軌道だとアクティブレーダの意義が非常に高く、ビームの幅がきちんとするからよく見える。この手法を使うと樹高や生えている木もわかる。植生だけでなく雲も出てくるが、サイエンスに非常に貢献してこの類のLIDARを持つのは日本が初であるので、「期待される成果」の日本人の誇りと勇気に繋がる。サイエンスのところまでだいたい良いのだが、一般の人に説明をするのに何が良いのかということになると樹高や種類がわかると例えば地球温暖化の観点を考えてみてCO₂の吸収を計算する精度が高くなるというようなことが言えるのか。LIDARをISSになぜ載せて、他の衛星に載せないのかという話になった時にISSでないとできなくて、そこに載せるとサイエンスだけではなく一般の人にどう役に立つのか。日本がこれをやることに非常に意義があるということは一般の人にどう話すと良いのか。
- 本多委員：本当は極軌道衛星に載るのも良く、最終的には浅井委員もそれを望んでいると思う。JAXAで打ち上げる予定のGCOM-Cという衛星があり、その衛星の中で向井委員がおっしゃったような全世界の植生を正確に測ろうとしている。ただし、passiveのセンサなのでbiasがかかっているが相対的には正しいが絶対値がわからない。

GCOM-C1 の打ち上げが 2014 年度で、それから 5 年間観測を行う。その期間の中でポイントで絶対値を押さえれば GCOM-C で得た炭素量が非常に正確になってくる。その GCOM-C1 の上がっている期間中に 10%程度の精度で押さえることをしようと思うと植生 LIDAR が必要になって来る。その期間で行うのであれば恐らく ISS しかない。それがないと GCOM-C の相対的に正しいデータも精度が高いというところまでいかない。その精度を上げることによって次の衛星 10 年間でどれだけ炭素量が増えたのか、減ったのかということを追いかけることができる。例えば CO2 の排出権取引の話があるが、この国は嘘を付いている、この国はきちんと申告しているということに結び付けることができるし、国際社会でそのようなデータを出した時に信用されるか、されないかは ISS に搭載する植生 LIDAR にかかってくると言っても良いかもしれない。

- ・ 向井委員：LIDAR は絶対値を求められるので、それをリファレンスにして相対値で見ていた GCOM-C の値を絶対値に換算できるということで良いのか。
- ・ 本多委員：全世界を絶対値で見ると、我が国としては外交的な交渉にも役に立つかもしれない。
- ・ 向井委員：今は LIDAR がないので極軌道に上げる前に ISS で上げておけば、CO2 の排出権取引のひとつのリファレンスに使えるということが売りなのか。
- ・ 本多委員：そうだと思います。
- ・ 下田分科会長：実はもうひとつあって、ISS の良いところは太陽同期ではないので色々な時刻のデータが取れる。植物も日変化するので色々な時刻でどう変わるかが取れる。ただし、気候値を得ようとするとは太陽非同期だと相当長い期間観測しないとわからないが、逆に LIDAR で気候値を得ようとはしないと考えるとプロセスの理解に関しては日変化を捉えられることは非常にメリットになる。
- ・ 福田センター長：日変化はどれくらいのものなのか。
- ・ 本多委員：日変化は植物の種類によって違う。C3 や C4 などの種類があるが、C4 は日光がどんどん強くなっても高ストレスの状態にならずにどんどん光合成する。C3 は浅井委員が言ったように日光の量が増えると頭打ちになってくる。そう考えると半日くらいの変化になる。ただ、日光が段々増えるにつれて線形的に増えていくというのも日変化とすると、気孔が閉じたり開いたり半日単位と言われている。ただし夜がどうなっているのかはわかっていない。実験室レベルではやっているが、それが野外で行っているかはわからない。
- ・ 下田分科会長：一種のバイプロダクトになるが、雲・エアロゾルは完全に日変化するので役に立つ。
- ・ 本多委員：バイプロダクトの変化に植物は追随している可能性もある。ただし、観測ができないのでわかっていない。
- ・ 浅井委員：これが CALIPSO の観測例である。0 から 30km でグリーンの光で夜に観測したもので、対流圏から下部成層圏の雲、それから成層圏の Cirrus が見える。イベント時の黄砂や砂嵐などの色々なデータが出ている。今度の場合は少し望遠鏡が小さいも

のなのでこれもあれも測れると言わなかった。**Cirrus** の雲頂、雲底は全部測れる。

この雲の高さは宇宙からレーザを当てるので必ずわかる。雲の分布状態や特にこの **Cirrus** は地球温暖化のパラメータとして非常に大事である。

- ・ 江淵委員：先ほどこれで気候値を取るということは考えないでリファレンスを取るという話があったが、航空機での観測では駄目なのか。航空機で行きたい時に行きたい場所に行って観測ということはどうか。
- ・ 本多委員：全球観測は無理である。
- ・ 江淵委員：全球で晴れて植生が見える時はそんなにたくさんないと思う。植生を見たい所で航空機でリファレンスを取ってしまえば全部わかるものではないのか。全球で必要なのか。
- ・ 本多委員：植生タイプで違う。全部のタイプのリファレンスを取るために航空機を飛ばすのは不可能だと思う。
- ・ 下田分科会長：航空機であっても飛行禁止などで観測できない場所がある。

2. FEOS による過去のセンサ公募結果について

○ 下田分科会長より説明が行われた。

- ・ 平成 20 年度に新規ミッション検討委員会を作り、センサの公募を行った。
- ・ 当初 16 件の提案があり、まず委員で評価をした結果、5 段階評価で平均 3.4 以下の提案は却下となった。残った 9 件について、ピアレビュー、ヒアリングを実施した。
- ・ 9 件の提案は以下の通り。

静止衛星搭載赤外サウンダ、GIFTS の概要

静止軌道レーダ衛星 (GEORadSat)

未来型大気微量成分監視衛星システム[大気環境監視ミッション (周回衛星)]

狭帯域高分解能分光器による炭素同位体の測定ミッション

モルニヤ軌道衛星による高緯度地域の高頻度イメージャ観測

2 次元 CCD を用いた高解像度カメラ

雷観測静止観測衛星

植生ライダー

氷雲・水蒸気観測サブミリ波多波長イメージング放射計 SMART

<主な質疑応答>

- ・ 下田分科会長：静止と書いてないものは JEM に搭載できる可能性はある。
- ・ 佐藤委員：静止軌道レーダ衛星のターゲットは何か。
- ・ 下田分科会長：降水がターゲットである。30km の分解能で降水を見て何がわかるのかという疑問があった。アンテナは 15m 必要である。降雨レーダは観測幅を広げることができないので静止から観測すると非常に大変である。
- ・ 本多委員：「2 次元 CCD を用いた高解像度カメラ」の提案はそんなに大変な話ではなか

ったかと思う。民生品で長持ちすることを考えないと比較的簡単にできるような気がした。これを浅井委員の提案に **Imager** として付ければ役に立つのではないか。

- ・ 下田分科会長：観測幅が狭いが **LIDAR** に付ける **Imager** としては狭くても良いかと思う。それよりは樹幹がある程度見えた方がどんな木を見ているかわかる。データ圧縮は相当考える必要がある。分解能 **1m** は必要ないかもしれないが樹幹が見えるかどうかは大事である。
- ・ 本多委員：どのくらい解像度が欲しいかを生態の人に聞くと **2cm**、**3cm** と言われる。

3. 今後のユーザへのアンケート方針について

- 下田分科会長より資料 2 に基づき説明が行われた。

<主な質疑応答>

- ・ 下田分科会長：記述してもらう項目が少なくフォームが異なってしまう可能性がある中で、「ミッションの目的」、「科学的意義」、「実用的意義」、「技術的新規性」、「緊急性」、「期待される成果」の項目を入れる。
- ・ 道浦執行役：どの範囲にアナウンスを行うのか。
- ・ 下田分科会長：**FEOS** の会員にはもちろんのこと、**FEOS** の web へ掲載する。また学会関係で我々が頼める学会には出してもらう。
- ・ 道浦執行役：もうすぐ宇宙科学技術連合講演会があるのではないかな。
- ・ 浅井委員：宇宙科学技術連合講演会に行くので講演する場所でアナウンスしても良い。
- ・ 江淵委員：学会関連はメーリングリストにお願いすれば良いと思う。
- ・ 下田分科会長：写真測量学会、リモートセンシング学会、気象学会が考えられる。植生関係はないだろうか。
- ・ 本多委員：生態学会はあるが・・・。
- ・ 江淵委員：我々のようなエンドユーザはこのようなものがあっても、誰かがこんなものを作ってくれるといいなあというレベルの話にしかない。そうすると 20 ページも何かが書ける訳がなく、数ページのものしか出せないで、そんなものでも良いのかと思ってしまうので敷居が高くなる。そういう提案でも良いのか。
- ・ 福田センター長：そういう意味では今回はアイディア募集かと思う。
- ・ 上垣内委員代理：アンケートが第一段階で次はどうなるのか。
- ・ 下田分科会長：何らかの評価はしないといけないと思う。評価の方法は相談だが、考えていたのはレビューを決めて、ピアレビューを実施し、その結果を見ながらこの委員会です決めることである。
- ・ 福田センター長：基本はそうかと思う。
- ・ 下田分科会長：何もしないでここだけで決めると密室で決めたなどと言われる可能性がある。
- ・ 福田センター長：最近学術会議の大型研究計画の見直しにアンケートがかかっているが、

やはりコミュニティの意見を広く集めているかをかなり問われているので公明正大にやらないといけない。

- ・ 下田分科会長：基本的にはそういう方向で進める。2016 年頃に上げられるというのが大きな要求なので、技術的な判断が必要だが、その辺はメーカーに聞くしかないだろう。
- ・ 福田センター長：そこはある程度絞ってからで良いのではないかと思う。
- ・ 下田分科会長：最初は scientific な成果や JEM に向いているかなどから絞ってからのなるかと思う。
- ・ 梅沢主任：最終的に一案に絞るということではないのか。
- ・ 下田分科会長：どのくらいになるかわからないが、可能性のあるものにプライオリティを付ける感じになると思う。
- ・ 福田センター長：最終選定は有人の中でやらないといけないので、複数個の候補を優先順位付けで提案して頂く。
- ・ 梅沢主任：時期的には 1 月 14 日締切でその後評価になるのか。
- ・ 下田分科会長：評価は非常に苦しいが 1 ヶ月強で評価という感じになる。レビューを決めないといけないので、提案が来た時に全員でなくても良いがサイエンスの委員の方には集まって頂き、レビューを決めることが必要だと思う。
- ・ 梅沢主任：今後の進め方として提案を締め切った後にレビューを決めるということになるのか。
- ・ 下田分科会長：どんな提案が来るかでレビューは変わってくる。締切前にたくさん出てくれば早くできるが今までの経験上それはないだろう。
- ・ 浅井委員：ESA は ISS の call for proposal では A4 で 9 枚程度である。
- ・ 江淵委員：NASA は最初のアイディア募集の段階では 2、3 枚程度だったかと思う。
- ・ 下田分科会長：今回は 20 枚以下ということだから良いのではないか。
- ・ 福田センター長：有人側のスケジュールはどうなっているのか。
- ・ 上垣内委員代理：全体の方針を決める委員会を改組していて、第 1 回を 12 月初めに開催しようと考えている。今までの状況を評価して、今後 20 年先を見据えたシナリオ案を作る上でチャレンジングなのだが、今年度中に案を作りたい。
- ・ 福田センター長：それにインプットしないといけない。
- ・ 上垣内委員代理：3 月下旬に国際宇宙ステーション利用ワークショップを開催しようと考えている。

4. その他

- ・ 地球観測の世界でも健康は GEO の 9 つの分野に入っているし、ISPRS のコミッションの中でも健康の部会があり、リモートセンシングの分野では比較的ホットな話題になっている。向井委員に来て頂いているのでその辺を少しお話して頂きたい。

○ 向井委員より「Space Medical Technology Innovation and its Global Application」の

概要について説明が行われた。

<主な質疑応答>

- ・ 浅井委員：先ほど NDVI の絵があったのをもう一度見せて欲しい。
- ・ 向井委員：このような衛星関連のデータに WHO の死亡統計などを combine して、こういう状況の時は何万人死んでいるということをやり、危機管理ではないけれども一気に治せるようにと考えている。例えばハイチのコレラも予測はできたと思う。水があのようになってしまうとコレラは出てくる。そうすると予防薬なりを出せば良い話である。
- ・ 福田センター長：私が見せて頂いてびっくりしたのは黄砂が飛んで来ると死亡率が高まるというデータがあるということである。
- ・ 向井委員：それは韓国のデータしかない。
- ・ 上垣内委員代理：なぜ死亡率が上がるのか。
- ・ 向井委員：喘息や呼吸器疾患を持っている人に影響があり、眼科の受診患者も増える。日本は疫学調査はきちんとしていなくて、疫学調査がきちんとしていたのは韓国しかなかった。水にしても空気にしても密接に関わり合いがあるので、地球圏を診断してもらえればそこに住む人間は必ず健康管理が脅かされてくる。その辺りを宇宙医学の新たな方向性として打ち出せないか、新しい分野の人達と打ち出せないかと考えている。チリの炭鉱に閉じ込められたことからわかるように、宇宙飛行士を管理している医学というのは既に色々な所で役に立ってきている。宇宙飛行士のためというより地球上にいる人達のための医学なのだが、宇宙で検証すると局地なので非常に検証を行いやすいということがある。来年 IAEA がケープタウンで開催される。そこで国連のワークショップと IAEA のプレナリーセッションでひとつ考えているのは「Life science for the people in low resource setting and environment」で、局地でなおかつ非常にリソースの少ない地域に住んでいる人達にいかに役立つかというところでワークショップを開催しようと考えていて、そこの発想が今と同じように地球環境観測をひとつのツールとしていれておこうと考えている。今はテレメディスンというと古くて、テレメディスンという言葉は使わないで地球圏の診断という形でアセスメントした方が良い状況になっている。
- ・ 下田分科会長：温暖化で熱帯病が入ってくるのが怖い。
- ・ 向井委員：GOSAT のシンポジウムで話をしたが、マラリアの蚊も結構日本に入ってきている。蚊の生息する北限が上がっている話と日本でマラリアにかからなくても感染した人が日本に入る。媒体の蚊がいれば伝染の可能性はある。色々調べていくとすごく反対している先生がいたので確認しないとイケない。うちの医学室は厚労省から人も来てもらっていて、地球観測は JAXA にあり、宇宙医学があるので、そこら辺をうまく合わせると JAXA の新しいプロジェクトができるかと考えている。
- ・ 上垣内委員代理：病気と植生の関係などはあるのか。
- ・ 向井委員：一番危ないのはマラリアである。あとはデング熱がある。日本は伝染病関係

に注目していないのは **Developing country** に多いためである。ただ先ほどの **climate change** もそうだが、ヨーロッパで **heat wave** で何万人も死んでいる。必ずしも **Developing country** だけに影響している訳ではなく、**Developed country** でも海岸線が侵食されたり、**heat wave** で死者も出ているので対岸の火事ではない。レポートは最終段階に入っていて、レポートを12月にまとめて、そのレポートが **WMO** から国連に行って、国連から参加国に出して、どの国がどのような貢献ができるかということをやっていくようである。

- ・ 下田分科会長：ありがとうございました。次回は1月下旬くらいを予定している。

以上