

通信・放送国際協力フォーラム

平成 17 年 10 月 6 日（木）

千代田放送会館

プレゼンテーション

「リモート・センシングと衛星通信による人命最優先の社会」

財団法人リモート・センシング技術センター利用推進部長

（インドネシア ウダヤナ大学大学院教授）工学博士 森山 隆 氏

ご紹介ありがとうございました、森山です。私は10月1日で元の所属であるJAXAに復職しました。JAXAといっても、皆さんご存じなくて、宇宙飛行士の野口さんがおられる組織です。JAXAもRESTECも同じように宇宙を利用して、災害や自然環境の保全とことに貢献していこうということで、いろいろなことをやっています。

今日、事務局からご依頼をいただきましたのは、キーワードが三つあります。一つは環境、もう一つは、ちょっと難しいのですが、人間の安全保障、3番目にリモート・センシングをはじめとする宇宙の利用です。おそらくリモート・センシングそのものを、ご存じの方はなかなかいないのではないかと思います。今日は多少、そのへんの入門的なお話もさせていただきたいと思っています。

地球観測に関してもサミットがあり、「地球観測サミット」があります。これは去年4月、東京のホテルオークラで開かれました。このときに、今後10年くらいかけて、国際協力により地球規模で災害を軽減し、人間の安全保障といいたいでしょうか、まず人々が安全で安心な生活ができるような、そういう環境づくりに宇宙も貢献していこうということで、このサミットが開かれたわけです。

このサミットで9項目ほど、フレームワーク・ドキュメントといいたいでしょうか、そういう項目が採択されています。1番から9番まで書いてあります。1番目、reduction and prevention of disaster。これが最重点課題ということで、災害を軽減して予防する、災害防止をするというところが、これからの取り組みの最大の課題ということになります。そのほかにも人間の健康の問題、エネルギーの問題、気候変動の問題、水資源の問題といったいろいろな課題があるわけです。

第2回の世界防災会議も、今年1月、神戸で開かれています。これは阪神・淡路の大震災からちょうど10年にあたり、神戸を中心として、世界に向けて、神戸から新しい行動計画を宣言していこうということで、約4000人、ほとんどの国の関係者、大臣級の方々も含めて集まり、『神戸宣言』というものが出されています。

そういう中で去年から今年にかけて、たいへんな災害が起きています。特にここに書いてあるように、スマトラです。ここの大地震で、22万1856人という、これは亡くなった方と行方不明の方を合わせた人数です。これだけ多くの方々が犠牲になっておられます。

JICAの小島理事からもご説明があったかと思いますが、これからアフリカが大事だと。確かにアフリカは貧困という意味ではたいへん大事なのですが、いわゆる災害弱者といいたいでしょうか、自然災害による犠牲という意味では、人的、経済的な犠牲はアジアがダント

ツなのです。

ご覧になるとわかりますように、これは 1995 年から約 5 年間の統計です。世界で発生した災害の数で、全体の 38%がアジアで起こっています。そのうちで経済的なダメージ、トータルの経済的なダメージの 71%がアジアです。これは約 10 兆円です。このうちの 71%がアジアの災害、被害です。犠牲者の数にいたっては、なんと 91%。世界の 91%がアジアに集中している。これが実態です。

こういうものに対して、今までの地上の観測だけではとうてい足りないわけですし、こういう災害の問題というのは、やはり国境を越えて、海を越えてきますので、そういうところをうまく地上と宇宙のセグメントを融合していったら、どういうことになるか。そういう努力をしていかなければいけないのではないかと。

そういうことで、一つにはこういう地震計の世界的な観測のネットワーク網が、もうできています。もともとこういうものは核実験をモニターするという目的で設置されたものが、そのはしりです。その後、世界各地でこういう地震計のネットワークができています。こういうものに連動し、津波や他の災害に必要な観測情報も、世界的なネットワークでどんどん構築が進んできているというわけです。

その一つの情報源として、人工衛星を使っていこう。それが先ほど申し上げたリモート・センシングという技術です。こういう人工衛星があります。これは太陽電池パドルを大きく広げ、太陽の光を受けて電気を出します。約 7 キロワットぐらい発生して、その電力で、この人工衛星の必要な機器を動かしていくということです。

こういう人工衛星は地表から約 500 キロ、600 キロぐらい離れたところから、地球をぐるぐる回って観測をします。1 周するのに約 90 分ぐらいです。その間に地球上をなめるようにして観測することができるわけです。

一つのセンサーの例です。このように望遠鏡が 3 本あり、このようなイメージで、人工衛星は軌道上を動いていきますから、それによって必要なところをなめるようにして情報を取っていくことができるというやり方、これがリモート・センシングというものです。もともとリモート・センシングというのは、リモートというのは「離れている」「非接触」。非接触でそういう情報を取るということで、リモート・センシングという名前が付けられています。

その原理を簡単に申し上げたいと思います。ここにいろいろな電磁波の領域が書いてあります。リモート・センシングでよく使うのは、この可視光の領域、赤外線、マイクロ波

です。どのようにやるかという、可視光の領域に関しては、太陽が光源になります。したがって、これは昼間しか測ることができません。太陽の光が地表に当たり、その地表の散乱光を人工衛星が 500 キロくらい離れた宇宙で観測する。そのようなことをやります。

それから赤外線です。これは私たちの体もそうです。すべての物体は赤外線、あるいはマイクロ波の放射をしています。そういうものを人工衛星で受けてあげる。これがこの領域のリモート・センシングです。

最後にマイクロ波の領域です。ここも電磁波が放射していますから、それを人工衛星で受けてやればいわけです。しかしそれだけではなくて、人工衛星にマイクロ波のレーダーを積んで、それで地表に向けて電波を発射して、その反射してくる電波のエネルギーや変化というものを使って、地表面がどういうものがあるかを測ることができるわけです。

例えば、ここにあるように、きれいな水、濁った水、植生、土というものに対して、いろいろな波長がそれぞれの出力を出します。この「きれいな水」ですが、ちょっと見づらいますが、ブルーのこのようなスペクトル特性です。「濁った水」の場合だと、このようにちょっと反射が強くなります。植物だと、グリーンで書いたような、こういう反射になります。

土の中でも土の種類によって、赤土のような粘土質のようなものは、このようなプロファイルになります。このように、地表をカバーしている物によって、いろいろな波長に違った形の情報が出てきますから、こういうものを総合的に使って映像化してやるというのが、人工衛星のリモート・センシングです。

今のリモート・センシングの例をご覧になるのに一番わかりやすいのが、先だって起きたスマトラ沖の地震です。これだけの人が亡くなっているわけです。実はこの海域というのは、非常にプレートが複雑に入り組んでいて、地震の多発地帯です。次あたりは、たぶんバリ島に来るのではないかということです。

私もつい先月までバリ島で、大学の教官もやっているものですから、集中講義をやっていました。ちょうど1か月前だったのですが、不幸にしてここでまた自爆テロが起こり、私たちがよく学生を連れて食べに行くレストラン、ジンバランというビーチがあるのですが、まさにそこで起きて、これは絶対に許すことができないことだと思っています。

バンダアチェです。災害の前後の画像を切り替えてご覧になっていただきます。これは災害の前です。地震が発生した直後、このように海水がザーッと引きました。これは約百数十メートルあります。海水が沿岸からザーッと引いた。この二つをご覧になっていただ

くと、このように津波が来る前に1回引くのです。

その後、これも津波が来る前です。前の状態はこのようなきれいな島の町並みが1軒1軒見える。この人工衛星は500キロの上空から地上の60センチが見えます。ですから家の1軒1軒まで、航空写真のようにはっきり見ることができます。

これが津波の後ですと、こういう状態になってしまいます。このへんはほとんど街がなくなり、このへんも全部流されています。橋も分断している。こういう比較で見ただくと、被害の状況は非常によくわかります。

そういうものをスマトラの沿岸にわたって、いろいろ人工衛星データを使って調査をし、データベースにし、先ほど JICA のほうのいろいろな国際協力がありましたが、そういったものにも使っています。

それからたまたま人工衛星がこの上空を通過していて、津波が発生した直後です。この人工衛星は海面に向けてマイクロ波を出し、そのマイクロ波を受けることによって、海の凸凹を1センチぐらいの精度で測ることができます。この線に沿って横に見ると、海面の変動がこのようにわかります。ですから、津波の直後、このように海面がかなり上下していたという状況もわかるわけです。

これは3時間、津波がどのように伝わっていったかを海底の地形モデルやいろいろなものを組合せてつくった、そのときのシミュレーションの映像です。3時間で完璧にインドのほうまで、津波が達しているという状況がわかります。

こういった宇宙の情報というのはたいへん有用ですし、広域にわたって均質な情報が繰り返し取れるという大きな特徴があるわけです。ただ、災害情報ということに関しては、やはり人の目、人間がその場で得た情報に勝るものはないわけです。それで私どもも、これから人工衛星と地上の観測を組み合わせをしていこうということで、このように人間が背負えるような、10キロぐらいのもんです。

そのようなシステムをつくり、これでこういう人が災害の現地に行ってもらい、そこから無線で直接人工衛星に飛ばす。あるいは VSAT といわれる通信衛星用の小型端末といったものを経由し、通信衛星経由で情報を管理する。あるいは救急救難をする。そういったところに、そういう情報を迅速に伝達していく。そういうところにいろいろなかたちの通信衛星、移動体の通信衛星というものを、これから組み合わせをやっていこうと考えています。

先ほどからアジアが最大の被害者ということで、私どもはアジアとの連携協力をますます

す深め、このようなかたちでパイロットプロジェクトをやっています。航空機にいろいろなセンサーを。航空機も人工衛星と同じようにリモート・センシングのプラットフォームです。航空機にいろいろなセンサーを積み、そこで取られたデータを人工衛星に送り、人工衛星から地上の可搬局、あるいは固定局にデータを迅速に下ろしていく。このようなことをこれからどんどん、あちこちでデモンストレーションをして、実用に近いレベルにもっていこうということを今やっています。

ここに書いてあるのは、いくつか人工衛星です。このあたりがいわゆるリモート・センシングを行う観測系の人工衛星です。将来的には私どもは静止軌道、ちょうど気象衛星と同じように静止軌道に上げますと、地球と同じ速度で24時間で地球を1回転しますから、同じところを見られます。地球の3分の1を常時見られる。これが常時監視という意味では非常に大事になってきます。いずれ、10年ぐらい先には静止軌道に大きな災害監視用の衛星も上げたい。それまでは軌道周回、500キロぐらいの高さで、1周90分で回るような軌道に人工衛星をたくさん投入して、繰り返し観測をしていく。

このような観測系と、超高速のインターネット衛星。地上のインターネットだけではなく、宇宙でも超高速のインターネット回線をつくり、地上の通信インフラが被害を受けたときに、宇宙からもそういう途切れない情報の伝達ができるようにしよう。

それから移動体通信衛星。これも来年上がる予定です。個人個人に災害情報を配信する。あるいは個人からの救急救難信号を移動体通信衛星が受けて、災害対策本部等に情報を伝達する。このような宇宙全体を利用するシステム、災害、危機管理のためのシステムをこれから構築していこうという計画を進めているところです。

もう一つ、この移動体通信衛星を使うと、最近、ICタグがだんだん使われてきています。けがをした人に、まずそのけがをした人の識別をし、その情報をICタグに書き込む。ICタグに書き込んだ情報が、その人がいろいろな治療を受けたりするのに必要な情報をどんどん、情報を取ったら書き加えるということをしていき、最終的にはその人の病状によって適切な病院をアサインして連れて行く。このような形の応用も、一つの移動体通信衛星の利用形態かなと思っています。

環境という観点です。温室効果を測るセンサー、人工衛星を現在環境省と共同で開発しています。2008年から京都議定書で約束した温暖化ガスの評価が始まります。本当に各国は、議定書に準拠して、きちんと温暖化ガスの抑制をしているかどうか。そのモニターをするのに先ほどの人工衛星を使おう。

地上の観測点は非常に限られています。特に海の上はほとんど観測点がないのですが、地上の観測点が今は約 274 点しかありません。それがこの人工衛星を使うと、3 日間で 10 万点の観測ポイントが取れます。そういうことがあります。こういうものを使って人工衛星で全球、しかも地域レベル、どの地域でどのくらいの温暖化ガスが出ているか、というものも測っていかうという計画が現在進んでいます。

このように環境という観点からすると、やはり地球全体を見ないといけません。この絵は地球規模で海洋の基礎生産、簡単に言ってしまうと植物性プランクトンがどのように分布しているかを描いたものです。ちょっと色がブルーになったり、赤くなったりしているところがあります。こういうところが海洋の基礎生産の高いところ。主に河川からの富栄養化した水が流れ込んできて、それが原因でプランクトンが増えるとか、そういうものです。いわゆる環境の問題、汚染の問題。それからこのプランクトンの情報をうまく使うと、漁場の探査もできます。食物連鎖が起こる一番最初のステージですから、こういうものの分布を把握することで、漁場の探査にも使っていける。

それから、これは有名な絵だと思います。エルニーニョです。これも人工衛星を使って、かなり広域に見ないとわからない現象です。赤道を中心にして、ペルー沖からこのように暖かい海水の帯が伸びている。こういうものも繰り返し、繰り返し観測することで、毎年のエルニーニョの状況がわかります。うまく投影法を変えて全球を見ると、このように地球全体の海面水温の分布も見るができるわけです。

以上、いろいろ申し上げましたが、いただきました命題に対して、やはり人間の安全保障というところとちょっとよくわからないのですが、やはり 1 人でも人を救う。人が傷つかないようにする。そのために科学技術というものが、もっともっと使われるべきだろう。そういう中の一つとして、宇宙というものがあるのではないかと考えています。

地球の環境、災害の軽減というものは、やはりこれは国別にやることではなく、国際協力をベースにして地球規模で取り組まなければいけないということから、人工衛星というものはそういう意味での協力のツールとして、やりやすいのではないかと考えています。

最後のポイントです。世界中でいろいろなデータ、あるいは人工衛星が運用されていますが、相互に使えるようにしないといけない。そのための標準化というのをやろうとすると、これはとんでもないことになってしまって、皆さんすぐにあきらめてしまう。ですから、標準化を進めるのではなく、inter-usability とよく言いますが、お互いに使えるような、ハンドシェイクできるようなツールを共有して、そういうことによってどのような環境で

も同じような情報が使えるようにする。

特にアジアの場合、災害弱者に対してデジタルデバイドではないですが、単に通信インフラだけでなく、使えるためのノレッジ・トランスファー、テクノロジー・トランスファーというものも含め人道援助的な支援もやっていかないと、本当の意味での情報の利活用にはなっていないのではないかと考えています。以上です。ありがとうございました。

(拍手)