

JOURNAL OF THE INSTITUTE FOR ADVANCED SPACE ACTIVITIES

宇 / 宙 / 先 / 端

宇宙先端活動研究会誌

NOV.1997 VOL.13-NO.

IAJA 6



宇宙先端 1997年11月号 (第13巻第6号) 目次

- 西回り赤道周回気象衛星
菊地 昭・・・129
- JEM開発における安全保証について
原 宣一・・・136
- 異文化と摩擦 (15)
田舎の秀才と都会の智恵者 (イ)
森本 盛・・・151
- JUNK BOX
書評のことなど
福田 徹・・・154

宇宙先端活動研究会

代表世話人

五代 富文

世話人

石澤 禎弘	伊藤 雄一	湯沢 克宜	岩田 勉	上原 利数
大仲 末雄	川島 鋭司	菊池 博	櫻場 宏一	笹原 真文
佐藤 雅彦	茂原 正道	柴藤 羊二	鈴木 和弘	竹中 幸彦
鳥居 啓之	中井 豊	長嶋 隆一	長谷川秀夫	樋口 清司
福田 徹	松原 彰士	森 雅裕	森本 盛	岩本 裕之

入会案内

本会に入会を希望される方は、所定の事項を記入した入会申込書をFAXまたは封書で本会事務局連絡先まで送付するとともに、本年度の年会費を支払って下さい。会員には会誌（年6冊）が配布されます。なお、年会費の支払方法は「97年度年会費納入のお願い」を参照して下さい。会費は主に会誌の発行にあてられます。

入会申込書記入要領

- 用紙A4版
- 「宇宙先端活動研究会入会希望」と記入
- 以下の事項を記入
 - 氏名（ふりがな）、年齢、性別
 - 勤務先名称、住所、電話、FAX、E-mail
 - 自宅住所、電話、FAX、E-mail
 - 会誌送付先（勤務先または自宅）
 - その他要望など

事務局連絡先

〒105-60 港区浜松町2-4-1 世界貿易センタービル29F
宇宙開発事業団総務部総務課
澤 倫子

TEL 03-3438-6038 FAX 03-5402-6512

西回り赤道周回気象衛星

菊地 昭

宇宙開発事業団の気象衛星プロジェクトは、1973から1995年度まで、23年間存続した。私はこの長い期間に、直接・間接にこのプロジェクトに係わってきたので、利用コミュニティとの接触機会を通じて、世界の気象衛星システムについて見聞きし、考える経験を積むことが出来た。「ひまわり」開発プロジェクトに幕が下ろされた後の1996年度には、これを継承したいという気持ちもあって、それまで20年間胸に秘めていた、或る衛星構想を、多少本腰を入れて検討してみた。

世界の気象衛星システムは、5個の静止気象衛星と2個の極軌道気象衛星よりなっている。今から20年前の或る雑談の場で、5つの静止気象衛星に対する共通バックアップ衛星を打ち上げたら役に立つだろうという話が、静止気象衛星打ち上げ国の間の調整会議で話題になっている、ということを知った。その場の話で、共通バックアップ衛星とはどのような衛星であろうかということになって、私が、静止軌道に一個の衛星を逆に回しておいて、それを、画像取得頻度は下がるかも知れないが、いざという時のバックアップにしたら良いのではないかと云ったのが、本衛星構想の発端である。その雑談の場では、静止軌道を逆に回ることが理解して貰えなくて、何と訳の分からないことを云う奴だ、と云われるはめになってしまったので、なおさら良く覚えていた。その後、今から4年前の、筑波で観測センサの部署にいた時に、このことを思い出して、赤道上を西向きに回る軌道について計算してみた。このとき、静止軌道高度では、地球上の同一地点上空を一日二回しか通過しないので、あまり役に立たず、これより約4割の高さの軌道にすれば、一日四回と観測頻度が上がって、魅力的であることが分かった。しかし、地球を西に回る軌道などは、我が国から打ち上げることは不可能だと思ったので、夢に過ぎないと、さして気にも留めなかった。

1995年の夏にJCSAT-3がアトラスで打ち上げられたが、この時ロケットにより投入された静止遷移軌道は、遠地点高度が8万数千キロのいわゆる「スーパーシンクロナストラランスファー軌道」であった。このスーパーシンクロナストラランスファー軌道は、「ひまわり」の兄弟衛星である米国のGOESの打ち上げでも使われていた軌道であり、知ってはいたが、この場合の遠地点高度は5万キロ程度であった。8万キロとは随分高く打ち上げたものだ、と驚くと同時に、「なるほど、そうすれば良いのか・・・」とやっと気が付いた。一方、この年には、衛星のコスト低減化が叫ばれていた。色々な策が提案されたが、これらの方策が実際に効果をもたらすかどうか、試してみないと分からない、何か適当な衛星を実験台にして試してみてもどうだろうか、という話になっていた。私は、このような為の衛星としても西回り赤道周回気象衛星が適当ではないかと、密かに考えた。

それで、1996年度に検討を行ったものであるが、世界に前例のないコンセプトのものであったため、手探り状態で行われた。勿論、技術的成立性に問題があれば、その時点で廃棄されるコンセプトである。しかし、私の限られた能力による検討の限りでは、困難な問題は見いだせなかった。むしろ、検討を進めるにつれて、このコンセプトの面白い特質を発見することもあって、楽しい体験であった。以下にこの衛星構想の概要を述べるが、読者の皆様にも、面白いと思って頂けるものと信じている。

この衛星は6時間毎に同一地点上空を通過する西向きに回る軌道をとるので、Six-Hour-Orbit-toward-West Satelliteと英語では呼ぶこととして、その頭文字を取って略称をSHOWSとした。SHOWSは「ひまわり」の主ミッションと同じ、赤外放射計による地球画像取得をミッションとする衛星である。このような目的の為には、この13,942 kmの高度を西向きに回る軌道は、他の高度の場合に比べてぬきんでて有用である。

丁度、静止軌道や、太陽同期軌道がぬきんでているように。そこで、これまでに二人の人から、特許を取ったかどうかと勧められている。数年前にTRW社がオデュッセイの軌道の特許申請した時に、軌道は特許の対象に成り得るのかという議論があった。

その結果がどうなったのか知らないが、めんどうなので、SHOWS軌道の特許申請はしていない。この高度の値は静止衛星高度35,786 kmに比べると大幅に地球に接近したことになってはいるが、地球全体を観る為に適した距離としてはまだ十分なものである。西向きに回るのは、地球の自転に逆らうことにより、観測頻度を上げる為で、実際は一日あたり地球を3回まわるが、見かけ上は4回地球表面をスイープする。また、地球上の同一地点上空を6時間周期で通過するという事は我々の使っている時間や角度の単位と良く馴染む形態である。衛星直下点の経度は1 deg/minで変化し、その移動速度は1 nm/secである。放射計は衛星の進行方向と直交する方向、即ち南北方向に機械的走査を行う。これにより、一日当たり4枚の全経度を含む地球画像が得られる。

図1に取得される地球画像の形を示す。

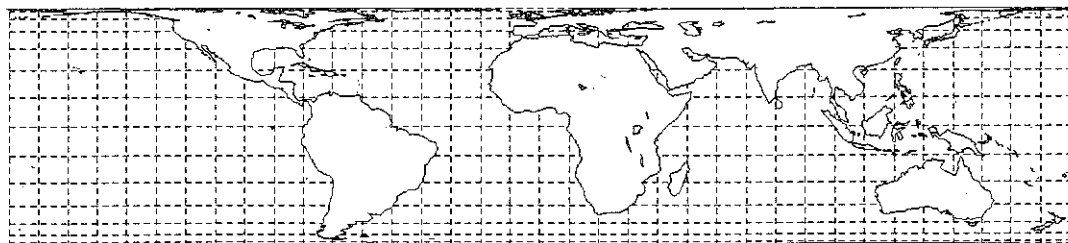


図1 地球画像の形

極地方が欠ける度合いが静止衛星の場合より大きいことは見ての通りであるが、この地域の観測はもともと極軌道気象衛星の分担である。

オペレーショナルなシステムでは、この衛星を2個互いに地球の反対位置にくるように配備するのが効果的である。図2は現在の世界の気象衛星システムにSHOWSが

加わった姿を示している。2機の衛星は、0時にグリニッジ上空を通過するものをSHOWS-0H、3時に通過するものをSHOWS-3Hと名付けた。これにより、ユーザ地球局の稼働率を高めると共に、2機合わせて1日8枚の画像が得られる。

地球走査を単純な南北方向以外のもので行えば、これら3時間置きの画像を内挿する際に有用な補助画像を得ることも可能である。例えば、直下点経度より、30度西の経度上を走査すれば、3時間置き of 正規の画像のそれぞれに対して、それより30分前の画像を取得することが出来る。

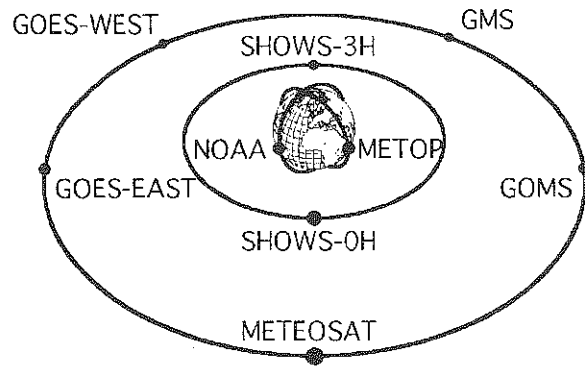


図2 気象衛星システム

30度西と30度東の両方の経度上を走査鏡を一回転させることにより走査する、小型副放射計も別途考案した。また、この衛星は一日に三回太陽を背にして地球を観る時点がある。この時に可視バンドで二次元CCD画像を撮って送ってくれば、これも正規画像の内挿に役立てることが出来る。

このようなシステムが出来れば、これは5つの静止気象衛星のバックアップとして有効である。通信衛星は軌道上予備衛星も利用されている例があるが、静止気象衛星の場合は現用衛星が健全の時は予備衛星は利用価値が無く、SHOWSのような補完機能を持った衛星でバックアップする方が効率的である。

また、SHOWSで取得したデータは同時に運用されている他の気象衛星のデータ校正に用いることが出来る。静止気象衛星相互ではなかなか同じ時間に同じ場所のデータは取りづらいが、SHOWSとは地表の線上を同時に観測することとなる。

現在の各静止気象衛星は互いに異なった走査メカニズムで独立した運用を行っている。これに対し、SHOWSによって全ての経度範囲について同一周期、同一品質でデータが取得出来ることは、これまでに無かった利用形態を創出するものと期待出来る。

地球を西向きに回る軌道に衛星を打ち上げる方法としては、スーパーシンクロナストランスファー軌道を経由して、少ない燃料量で静止衛星を打ち上げるというテクニックと同様なものを用いるのが現実的である。即ち、前例のあるロケット打ち上げ能力を出発点とし、ペリジキックステージをパイロードの一部として設け、このステージにより遠地点を10万kmに上げることを考える。H-IIの打ち上げ能力は静止トランスファー軌道に4 tonであるが、この内1.3 tonをペリジキックステージとすれば、残りの2.7 tonをこの長楕円軌道に打ち上げることが出来る。現在検討されている月ミッション

との類似性から、衛星側でこのペリジキックステージを作らなくても、1.3 ton をロケット側に返上すれば、残りの 2.7 ton を 10万kmの高さに打ち上げて貰えるものと思われる。図3の点Aで投入された衛星は、実線を進んで遠地点Bに向かう。このような軌道では、遠地点に於ける速度は 660 m/sec と地表面に於ける地球自転による速度 465 m/sec と大差なくなる。そこで軌道傾斜角を変更する為のマヌーバを行うことは、たとえその角度変更量が平角に近いものであっても、現実的である。

この遠地点に於ける加速で、軌道傾斜角を当初の 30 deg から、所望の 180 deg にすると同時に、近地点高度を当初の 200 km から、最終軌道高度の 13,942 km に上げる。

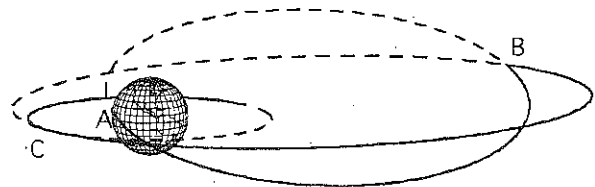


図3 軌道投入手順

この結果、衛星は図3の点Bから実線を進んで近地点Cに向かう。次に、この新しい軌道上の近地点Cに於いて減速マヌーバを行い、遠地点を 10万kmから、13,942 km に下げる。この、最終軌道投入迄のマヌーバは、専用の推進ステージで行うとすると、このステージ重量は 2 ton となる。この推進ステージは最終軌道投入後衛星本体から切り離すものとするれば、結局衛星本体の許容重量は 700 kg となる。この値は本ミッションを遂行する上では過不足ない、丁度見合った規模と判断される。

SHOWSはこのように 2 ton の推進ステージ及び 700 kg の本体よりなる。推進ステージは規模から云って ETS-VI の LAPS と同じであるので、この設計を踏襲することが出来る。只、遷移軌道姿勢で太陽電池を太陽に指向させる方法、姿勢決定用センサーの設置位置などの点で LAPS そのものでは使えない。独自のコンフィギュレーションが必要となり、その場合COMETSのUPSをベースにした方が良いのではないかと考えている。

衛星本体の方は、図4に示すような形態になる。衛星の太陽電池パネルはいわゆる片翼式で、南面パネル中央のパドル駆動装置に取り付けられる。北面は放射冷却器の開口部を設ける為、パドルを置くことは出来ない。

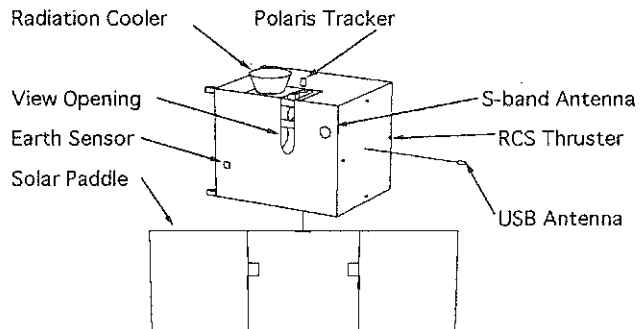


図4 衛星本体

片翼式にすることにより発生する太陽風トルクは静止衛星ではソーラセールを設けて相殺する方法が一般に取られている。SHOWSの場合は軌道が低い為、その磁場が静止軌道の場合より 8 倍と格段に強く、磁気トルカが有効に使えるとして、ソーラセー

ルなしで済ますことにした。これにより、SHOWSは北側に視界を遮るものがなくなり、北極星を姿勢制御基準として用いることが可能となった。（この図の衛星には前に述べた小型副放射計は搭載されていない。将来の発展型で搭載する。）

放射計の概念を図5示す。

（図は定盤を下にして描かれているので、傾いた形になっているが、図4の衛星と対比して見ていただきたい。）走査鏡は鏡胴の中心軸に一致する回転軸を持つモータにより一定速度で回転している。その回転速度は地球を経度方向に一万分割するようなレートで、これにより

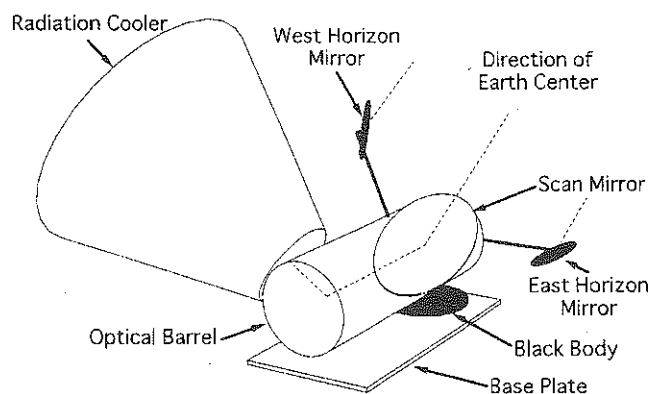


図5 放射計

衛星直下点の瞬時視野径は4kmとなる。即ち、現用の静止気象衛星で得られていると同様の空間分解能の画像を得ることが出来る。静止気象衛星の場合と同様の放射強度分解能を得るとした場合、SHOWSは地球に近い分丈有利で、放射計の口径を静止気象衛星の場合の半分以下にすることが出来る。走査鏡が地球を走査するのは走査鏡が一周する内36 degの間であり、他の方向を走査する時間は他の目標を走査するために活用できる。放射計の機能要求に基づく校正用走査はそれぞれ適切な位置で行うとして、SHOWSでは他に、地球の東西地平線位置、北極星、アークトゥーラス星も検出することとする。東西地平線は小型の対物反射鏡を介して画像チャンネルで検出する。北極星は北極から0.85 deg離れているので、4時間に1回検出され、アークトゥーラス星は地球の北端から1度離れた位置にある星で8時間に1回検出される。地球画像の出力は赤外の3チャンネルのみとする。可視検出器は星走査専用のみ設ける。走査鏡の回転周期は一万分の6時間、即ち2.16 secである。SHOWSでは、この周期を衛星の各系で用いる。姿勢制御系では姿勢・軌道決定に必要なデータがこの周期で更新され、衛星ハウスキーピング用テレメトリもこの周期で1フレームが送られてくる。

衛星の姿勢制御系は、北極方向に角運動量を持つコントロールドバイアスモメンタム方式である。衛星のロール・ピッチ面内に回転軸を持つホイール群と北極星トラック出力により、常にピッチ・ヨー面に、即ち放射計の走査面内に北極がくるよう制御を行う。なお、これらのホイールは走査鏡の角運動量を相殺するためにも兼用出来る。

また、放射計走査面が地球の中心を通るよう、放射計から出力される東西地平線と上記ホイールを用いて、ピッチ軸回りの姿勢を維持する。ロール軸まわりの姿勢は北極星トラック出力により、正確に把握出来る。しかし、この方向は正確な制御が必ずしも必要ではないので、制御用ホイールは設けず、スラスト/磁気トルカを用いて比較的

緩い精度で制御する。

SHOWSは、放射計の南北地平線検出やアークトゥーラス星の位置検出なども用いることにより、オンボードで得られるデータのみで自らの軌道を掌握できる。軌道制御として考慮すべきものは、太陽・月の潮汐力による南北ドリフトで、静止衛星の場合と同様である。ただ、軌道高度が低いことにより、南北制御に必要な燃料は静止衛星の場合の半分で済み、さらに、制御を行わない期間の軌道傾斜角ドリフト量も静止衛星の場合の3分の1で済む。衛星の南北制御用スラスタは、放射冷却器に対する汚染を避ける為北面パネルには設けず、南面パネル上のみとなる。スラスタは南面パネル上、地球寄りと反地球寄りにあるものをペアとして用いるが、スラスタ噴射方向に太陽電池パネルが無いような時期を選んで作動させる必要がある。これにより、結局南北制御は冬至の正午か、夏至の夜中に行うこととなる。半年放置することによる軌道傾斜角の変動範囲は ± 0.08 degである。

静止衛星より軌道が低いことにより条件が緩和されるもう一つの例は食である。静止衛星の場合の最大食時間は69分であるが、SHOWSの場合は49分であり、バッテリーに対する要求が楽になって軽量化に寄与する。但し、食期間は、静止衛星が春・秋分を挟んで43日であるのに対し、この衛星の場合100日間続く。これと1日3回食があることにより、充放電サイクル数は静止衛星の場合に比べて可成り増える。しかし、もともと静止衛星は充放電サイクルについては耐久性上余裕があるので、SHOWSの場合充放電サイクル数が多いとはいっても、静止衛星に比べて特別の対策は必要ない。

軌道・姿勢制御同様、バッテリー充放電運用もオンボード制御で行う。

SHOWSの軌道がバンアレン帯に懸かっているので、荷電粒子が半導体（特に太陽電池）の機能を劣化させることに対し、対策を講じておかなければならない。太陽電池のカバーガラスは厚くすることになるだろう。現在ヒューズ社で開発中のICO（高度10,355km、傾斜角45度）が似た放射線環境であり、しかるべく対策を施していると伝えられているので、参考となろう。

通信系は、USBのTTCトランスボンダとSバンドのミッションテレメトリ送信機とからなる。USBはロール軸方向に設けられたマストの上の無指向性アンテナを用い、主として最終運用軌道への投入までのフェーズでコマンド・テレメトリ・測距に用いる。運用フェーズに入るとSバンド送信機がオンに、USB送信機はオフに切り替えられる。Sバンド送信機は地球指向面に取り付けられたグローバルビームアンテナを用いる。USBテレメトリの伝送レートは237 bps、Sバンドテレメトリは30.34 kbpsである。いずれも走査鏡周期と同じ2.16 sec周期の固定フレーム長フォーマットで、Sバンドテレメトリには放射計の3チャンネル分のデータが時間延ばしして収められている他、USBテレメトリと同じ内容も収められている。運用フェーズに於いては軌道決定はオンボードで行われるので、USB測距は必要ない。中緯度の地球局から見た本衛星の軌道は静止衛星軌道と十分離れた方向にあるので、特定の中緯度の

地球局を通信の相手方とする静止気象衛星のダウンリンクに対し本衛星のSバンド送信機は干渉を与えることなく同じ周波数を用いることが出来る。また、これらの静止気象衛星は南北方向に電界が変動する直線偏波を使用しているのので、本衛星ではこれと直交する直線偏波を用いれば赤道近辺の本衛星の地球局に対する干渉の心配も無くなる。

SHOWSのSバンドユーザ地球局は比較的簡単なもので、世界中に普及することが期待できる。地球局の受信アンテナは図6に示すように、いわゆるポラマウントで、ほぼ北極方向の回転軸に固定された、1軸回転方式で済む。

衛星は毎日同時刻に同方向にあるため、その追尾は、アンテナの回転軸を時計仕掛けのステッピングモータで駆動させればよい。また、このような方式のアンテナは偏波面も直線偏波に実質的に適合するので、特別な仕掛けは要らない。Sバンドテレメトリのデータレートはデジタル音声程度なので受信機は簡単なもので済む。衛星の送信電力は地表面電力束密度の制約から限られたものとなるが、それでもアンテナの直径は1m程度で済む。

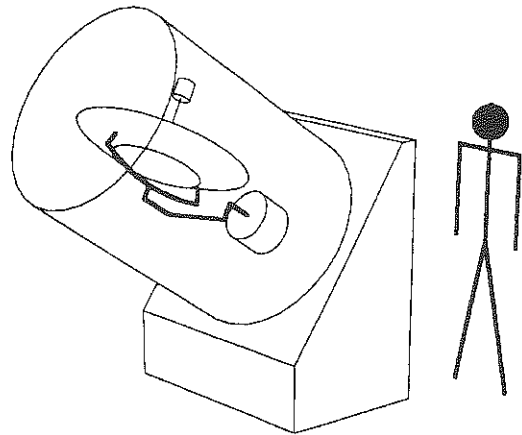


図6 ユーザ受信局アンテナ

このようなユーザ地球局から見える衛星の位置は、その局が中緯度にある場合120度の経度幅となる。これは地球の全経度の3分の1の地域をカバーし、ユーザが自分の地域の観測に関心がある場合には十分な広がりであると考えられる。また、これから、全経度範囲のデータを取得したい場合は、地球上に3局あれば済むことも分かる。

現在の静止気象衛星がその運用に大きな組織を要していることと比較すると、本衛星の場合は自動運用で済み、小規模なユーザ局が自らの必要に応じて直接受信を行うという簡単で経済的なものとなる。

以上が西回り赤道周回気象衛星構想の紹介であるが、魅力的な点が多いことが理解されたと思う。世界の気象衛星システムは、諸外国の宇宙開発機関により、現在でも継続的に開発が進められている。私の考えでは恐らく21世紀に亘って改良の為の努力は続けられていくであろう。これに対し、日本の宇宙開発機関だけがこの開発努力を今途絶えさせてしまうとすれば、残念なことである。当面継続する為には、このSHOWSを「ひまわり6号」とすべく努力するのも一策と考えられる。

(丁)

JEM 開発における安全保証について

原 宣一

まえがき

「JEM の安全保証とは誰が誰に安全を保証するのか。」先日、ある方からこのような御質問を受けた。突然のことであったとは言え、職責上、私の答えが正確であったか、また納得していただけたか気になっている。「保証は英語の Assurance からきており、Sure にする、つまり確実にするという意味であって、補償 (Compensation) の意味ではありません。従って、JEM の開発にあたって、JEM が確実に安全な物となるように活動することなのです。」とお答えしたように思う。もう少しご説明したかった安全保証の要点と是正すべきと感じている事項を {つぶやき} ながら述べる。

JEM (Japanese Experiment Module:宇宙ステーション取付け型実験モジュール)

1. 安全保証の目的について

宇宙機の安全が確実なものであるようにするためには何をすればよいのであろうか。まずその宇宙機の設計を確かなものとする必要がある。設計がおろそかであっては安全な物となり得ないのである。つまり宇宙機の開発にあたって信頼性保証が必要であるということだ。同様に製造がおろそかであってはならないから品質保証も必要である。宇宙開発事業団 (以下、NASDA) においては、その創立から間もなく取られた技術導入路線によって、ロケットや衛星の開発に信頼性保証と品質保証が必要であるという意識は定着している。ここでも保証は Assurance であり確実なものとするという意味である。

但し、NASDA においては昔から安全管理業務はもっぱら地上の人や設備に対する保護であって、ロケットや衛星を守ることは安全管理業務の目的に入っていなかったと言って良い。ロケットの飛行安全とはロケットが異常な飛行を始めたらロケットを破壊して地上に被害が及ばないようにすることなのである。無人システムでは当たり前のことであった。当初、信頼性安全管理部であった部門が信頼性管理部と安全管理部に分けられた理由は、組織が大きくなったこともあるが安全管理は独立した立場で実施すべしとの思想が根強かったからでもあろう。そしてロケットや衛星自体のミッションを守るという観点は安全管理部の所掌外とみなされてきた。NASDA においては組織規程で安全管理部の項に明記されているように安全を図る目的は「人」と「財産」を守ることであって、原子力のように「人」だけではないのである。原子力では安全の対象は「作業員」及び「近隣の住民」を守ることであり、ミッション又は財産

であるべき原子炉自体を守るとは言っていない。「原子力の安全性」(*1)

NASAにおける安全の考え方は1700.1B「NASA安全方針」(*2)に記載されている。これによると安全の目的は以下のことを避けることである。NASAの場合、「人」だけでなく「財産」や「ミッション」も安全の対象として明記していることは確かである。

- ①人命の喪失
- ②人の負傷
- ③設備、財産の損傷や喪失
- ④ミッション喪失や試験の失敗
- ⑤大衆の不興を引き起こす事象

[1] {⑤は蛇足であるように思われる。①～④で読めないことで⑤は何かを考えると、広い解釈が出来そうな文言ではある。(注：A版では文書名も「安全マニュアル」(*3)であったが、⑤は“不当なリスク”となっていた。)実際には、安全の対象が「人」だけであろうと「ミッション」であろうと守るべき対象は守らねばならないのだから、この違いはどうしても良いことのように思われかもしれない。ただ、担当部門の所掌範囲が違ってくるのである。ミッションを守ることは信頼性管理部の所掌であって、安全管理部ではなさそうである。また、「財産」を守るとなると「人の悪意による妨害行為」(Sabotage)に対する安全保障(これはSecurity)まで入ってくる(*4)。安全保障は日本では一般に総務部の所掌であり、技術屋の領分を越えている。悪徳総会屋から会社を守ることも総務部の業務らしい。}

日本では安全というと、NASDAの規定にも拘わらず、「人」に対してだけの意識が強いことは宇宙基地特別部会報告(*5)にも「宇宙ステーションは、人間をその要素として含むシステムであるので、その安全性は何よりも優先されなければならない…」との表現が出てくることから読み取れる。NASAの安全方針でも、「人」を守るためには「ミッション」や「財産」を捨ててよいのか、という究極の選択を迫られた時の回答に困る筈である。このように安全確保の対象はわかりきっているようでいてすっきりしない一面がある。

[2] {①から⑤の順序づけが優先順位を示していると解釈できようが、負傷ぐらいを覚悟してもミッションを守ることが優先されることもありそうである。

安全と安全性は両方の言葉が同義で広く使われている。「性」は性質を表す時に使う接尾語であるのに安全はもともと性質を表している言葉である。従っ

て、NASDA が最近改訂した STD-12A 「システム安全性標準」(*6)の定義のように区別して使うことはもはや無理であろう。}

安全を確保することは本来「価値」を守ることであると認識することが正しいように思われる。では、価値判断は誰もが同じかということそんなことはない。しかし、同じ民族なら同じ価値判断を持つ、同じ自由圏の人ならば同じ価値判断を持つ、延いては人類は共通の情報を持って同じ環境下におかれれば、同じ価値判断を持つ、とせざるを得ないのである。これは世界平和の達成に必要な原理でもある。

2. JEM の安全保証について

安全の対象を「価値」を守ることと考えれば、事業団におけるプログラムにおいて有人も無人も区別無く「ミッション」を守るために安全保証が必要であったことになる。一方、NASA においては特にチャレンジャー事故の後、信頼性保証や品質保証と安全保証は密接に関連しているので統合してこれらの活動を行うことが適切であると、用語も従来の Safety, Reliability, Maintainability and Quality Assurance と言っていたものを Safety and Product Assurance とまとめた表現にした。NASDA はこの訳語として「安全・開発保証」の用語を作っている。なお、ESA は Product Assurance and Safety と称し、NASA はさらに Safety and Mission Assurance に変えてしまった。

JEM の開発において NASA と同等の安全保証をしなければならないことは IGA(*7) (ステーション計画の多国政府間取り決め文書) および MOU(*8) (ステーション計画の日本政府と NASA との了解覚え) で規定されている。そこで、NASDA では JEM の開発を担当する各社に対して諸々の管理活動を要求する文書として 1088D 「JEM 安全・開発保証要求書」(*9)を定めた。1088D はステーション計画がフリーダムという名前と呼ばれていた時代の最初の頃に上記の主旨で NASA が国際パートナーの意見を取り入れて策定した計画定義要求文書 PDRD(*10) の第 9 章安全・開発保証要求を基にして、既存文書となっていた宇宙開発事業団の 1177A 「信頼性プログラム共通仕様書」(*11)及び 558 「品質プログラム共通仕様書」(*12)の内容を加味して制定されたものである。この文書は JEM を開発する契約相手会社に対し、840G 「JEM システム仕様書」(*13)と共に調達仕様書で呼び出し、契約により義務づけることにより契約相手会社の管理活動を商法で担保するものである。JEM の設計に取り入れるべき安全技術要求事項は 840G 「JEM システム仕様書」に盛り込まれ、安全管理要求事項は 1088D 「JEM 安全・開発保証要求書」に記載されている。

[3] {安全・開発保証活動は誰が行うべきかについて 1088D には次のように書かれていることを紹介したい。「本 JEM プログラムに従事するものは、すべて安全・開発保証活動を行っているとの認識の下に活動しなければならない。」そして、「安全・開発保証の管理を実施するに当たっては、設計、開発、運用及び利用等の各組織とは機能的に独立した体制で実施すること。」との記述もある。安全・開発保証はその管理は独立した部門にさせることが要求されているが、忙しい設計部門は安全・開発保証はそれを専門にする部門で分担して欲しいと思いがちであろうし、実質をやるなら管理も自分のところでやりたいと思うのが常である。}

NASDA の技術系職員の主な業務の一つは開発仕様書と管理要求書を上手に作って契約し、契約が正しく履行されるように契約相手会社を監督することである。この他、開発計画を作成したり予算獲得等あることは言うまでもない。宇宙開発においては契約に当たって、技術要求を記した開発仕様書だけでなく、諸管理活動を規定した管理要求書をも示して契約している。つまり、「いい物が出来れば良いのでしょう、作り方はまかして下さい。あれこれ言わずに。」と契約相手方は言うかもしれないが、発注者は「あれこれ」言うのである。例えば「規定の形式の文書で不具合記録を記載すること」とか、「各フェーズの設計終了時点で設計審査をすること」等である。このために費用が多少増えようとも、これら信頼性保証、品質保証の活動を組み入れて開発した方が結局、マクロに見て費用効果が高いという判断があるからである。

さて、安全保証のため 1088D 「JEM 安全・開発保証要求書」で規定している安全管理活動としてはは 4 項目ある。この内 2 つ典型的なものは安全管理（安全審査を含む）とシステム安全である。他の 2 項目は試験安全と産業安全でこれらはどちらかといえば常識的な要求である。

3. システム安全について

システム安全を要求するとは JEM のシステムが安全であることを要求するという意味ではない。結果的には JEM のシステムが安全なものになるのであるが、システム安全 (System Safety) とは、システムのライフサイクルを通じて管理工学的手法を駆使して、運用効率や費用、スケジュールの制約の基に最適の安全確保を図りなさいという要求である。NASA の定義では、
“The optimum degree of risk management within the constraints of operational effectiveness, time and cost attained through the application of management and engineering principles throughout all phases of a program.” NHB 5300.4 (ID-2)(*14)

この要求は「費用を厭わず安全確保を図る」と言っているのではなく各種の制約を考えて最適なリスク管理を図りなさいという要求である。理解がある要求のようであるが、この包括的な表現であるが故に意味するところは広い。主要なことは、次の3項目であり、そのための方法まで規定されている。

- 1) 安全解析を実施してハザードを識別すること。
- 2) 識別されたハザードに対して最適な設計をすること。
- 3) 残存リスクの評価をすること。

[4] {NASDAはSTD-12A「システム安全性標準」のA改訂時に多くの用語を適切な定義に直した。ただし、このシステム安全の定義も元のNASAの定義から単なる「システムの安全」の意味に変更してしまった。これならば敢えて定義に載せる必要も無い。「システム安全」は技術用語として長年使われてきた元の定義を残すべきであった。}

4. 安全審査について

安全管理要求の中で最も典型的なものが安全審査を実施しなさいという要求である。システム安全の見地から、開発のフェーズに合わせて3~4回実施しなければならない。最終的に安全が確認されれば最終段階で1回行えば良さそうであるが、万一設計変更を余儀なくされることがあれば、手戻りが大変なものになってしまうことと、最終段階では審査出来ないことも有り得るからである。実際には詳細設計を終了した直後に行うフェーズII安全審査が最も重要である。安全審査も審査をする対象は設計であるが、設計審査と独立に行なうことが暗黙のうちに要求されている。逆に、コンポーネント・レベル以下の単位では安全審査は設計審査に含まれていると解釈し、独立に行うことは希である。

安全審査を設計審査と独立に行わなければならない理由は二つ考えられる。

(1) 安易な妥協の排除

通常、設計とは妥協の産物とも言われるように性能、スケジュール、コストのバランスで決められるものであるが、安全面だけは一旦、スケジュールとコストの制約を外して安全技術要求(性能の一部)が満たされているかを点検する。そして最終的に妥協が必要であれば、よりマクロな上位の立場の判断で決めるようにする。従って、安全審査の審査委員長は設計から独立した人でなければ独立に行う意味がない。

NASAの安全審査はパネルによる審査であり、形の上ではSSCB(スペース・ステーション・コントロール・ボード)が決定権限を持っているのであるが、

設計に対する実際上の拒否権限を安全審査委員長が持っていると言ってよい。設計審査も審査委員に他のプログラムの人や品質保証部等他の部の人を審査委員に加えるが、通常審査委員長は設計の責任者が行うものである。他のプログラムの人を加える意味は、担当設計者が陥りがちな思い込みや広い分野での経験不足を補うものである。

{5} {設計審査と同じ審査員が安全技術要求に関する事項だけを審査するのは設計審査第2部に過ぎない。契約により各社が社内で主催する安全審査レベルであっても設計審査と独立に行う意義を理解しないと安全審査の名に値しない。}

(2) 安全の専門家による審査

安全を専門とする人達（審査パネル）により、設計から独立した審査委員により完全な独立審査の形を取るものである。

NASA はスペース・シャトル・プログラムにおける審査のために JSC（ジョンソン宇宙センター）に PSRP（Payload Safety Review Panel）と KSC（ケネディ宇宙センター）に GSRP（Ground Safety Review Panel）を設けている。JSC ではステーション・プログラムのために SRP(Safety Review Panel)も設けている。NASA はこれら審査のやり方を次の文書で決めている。

1) スペース・シャトルのペイロードに対して：

NSTS 13830B(*15) 「NSTS ペイロードのシステム安全のための実施手順」

2) ステーションの各エレメントに対して：

SSP 30599A(*16) 「安全審査手順、国際宇宙ステーションアルファ計画」

日本では宇宙開発委員会安全分科会における安全審査の審査委員は設計部門から完全に独立しているが、安全審査だけを専門にしている人で構成するというわけには行かない。宇宙開発委員会の安全評価部会は JEM の安全審査のために「安全評価のための基本指針」(*17)を定めている。但し、JEM の開発フェーズとの関係で見れば後追いであったこともあり、本指針自体は定性的な要求に留められている。

JEM については契約で義務づけた契約者主催のもの以外にも、NASDA 主催のもの、及び、宇宙開発委員会安全分科会レベルのものがある。これらに加えて国際取り決めにより、NASA による安全審査も受ける必要がある。但し、IGA や MOU の記述は NASA が行うステーション全体の安全審査に協力するという形の表現ではある。

[6] {設計が完全であれば審査は簡単でも結果は良いはずである。審査資料作成とその説明に労力を取られすぎて設計自体がおろそかになったりすると逆効果になりかねない。設計者はくたびれて安全審査さえ通れば良いという傾向になりがちである。審査で指摘されて設計変更を余儀なくさせられるようなことは設計者として恥ずべきことである。指摘を待って設計を変えているのでは設計者が設計しているのか審査員が設計しているのかわからない。安全審査を通っても、失敗すれば第一責任は設計者にあるのである。成功すれば榮譽は設計者側に行くのであって審査員が誉められるわけではないのだから。審査員の指摘能力は、いかに安全審査を専門にしている NASA の審査員であったとしても、設計者の書いた審査資料に対してせいぜい同意を与えるぐらいが関の山であると考えべきであり、審査資料に記載されない設計の細部まで目が届くと期待するのは良くない。NASA の審査員は設計が安全技術要求を満たしているかどうかを判断するだけであって、どうすべきだとは言わないように注意している。従って、設計者自身が安全であることを確信する設計を行うことが肝要である。決して安全審査員の審査をパスしたことによってのみ安全を確信してはならない。}

[7] {JEM の安全審査体系は構成が複雑すぎて、設計審査をパスさせなければならぬ設計者に審査のための負担をかけすぎると懸念される。下のレベルの審査の審査員が上のレベルの審査の説明員となる形式を取れば設計者の負担は軽くなるが、上位のレベルの審査がより大まかな審査でないと成立し得ない。設計者に代わって詳細を説明する必要に迫られると想像で答えざるを得ない局面になるからである。もし、審査での説明が間違っていれば反って安全を阻害する要因になる。}

[8] {日本では何か事故が起きると必ずマスコミは設計審査や安全審査が十分行われたかという取り上げかたをする。人間にミスは付き物なのに何故審査で見つけられなかったのかとの発想である。この結果、審査の強化ばかりが対策として加えられることになる。事故が起きた原因が設計時の考慮不足であったのであれば、まず強化すべきは設計陣である。審査体制の強化は間接的で費用効果が悪いことが多い。つまりシステム安全でいう最適な安全から外れる怖れがある。最初から設計者に十分調査し考える時間、勉強する時間を与えることが重要なことである。}

5. 安全技術要求について

前述のように NASA は安全審査パネルが安全審査を行うが、そのための基準

となる文書を定めている。設計が安全でないという判定を下す時には、何故かを言わなければならないからである。安全技術要求第何項を満たしていないという説明が必要である。このために PSRP、SRP 及び GSRP が使う文書は次のものである。

1) シャトルのペイロードに対して：

NSTS 1700.7B (*18)「スペースシャトルを使うペイロードの安全方針と要求事項」

2) ステーションの各エレメントに対して：

NSTS 1700.7B ISS ADDENDUM (*19)「国際宇宙ステーションを使うペイロードの安全方針と要求事項」

SSP 50021(*20)「安全要求文書 国際宇宙ステーション」

ソフトウェアについては 50021 の子文書の形で次の文書が制定されている。

SSP 50038B(*21)「コンピュータ制御システムの安全要求 国際宇宙ステーション計画」

3) 射場安全に対して：

KHB 1700.7B (*22)「スペース・シャトル・ペイロード地上安全ハンドブック」

これらはいわばトップ文書であって、これらの文書で引用されている文書も多くある。

安全技術要求の本質的で代表的な安全要求に次のものがある。

① キャタストロフィックなハザードに対しては 2 FT

そのハザードが人間の死やミッションの失敗に至る場合、つまり破局的な事象が生じる場合には、二つの故障が同時に起こっても、又は二つの操作ミスが重なっても、あるいは故障と操作ミスが重なってもそのような事象が発生しないように対処した設計にしなければならない。

② クリティカルなハザードに対しては 1 FT

そのハザードが人に対し重大なる負傷を与えたり、かなりの財産の損失になるような場合、つまり重大な被害をもたらす事象が生じる場合は、一つの故障又は一つの操作ミスがあってもそのような事象が発生しないように対処した設計にしなければならない。

FT とは Fault Tolerant の意味で故障許容と訳されている。Failure (故障) と Fault (欠陥) を使い分けるなら、Failure Tolerant であるが、この使い分けは NASA 文書においても混乱している。ソフトウェアの分野では Failure より軽い概念が Fault であって、Fault は Failure に至る欠陥の意味で両方が使い分けられている。

絶対的に 2 FT や 1 FT を要求されているわけではなく、冗長系を無理矢理つ

くと成立しないもの、反って安全でなくなるものは除かれている。例えば、ステーションの与圧壁は2重3重にする必要はない。2重3重にすれば重くなって成立し得ないであろう。何が除かれるべきかは技術の現状 (state-of-the-art) で個々に違って来るもので、実際の設計を基に NASA と議論することは NASA の経験を受け継ぐ機会として非常に有効である。

③ インヒビットの設置要求

上記①に対応して、逆に意図せぬ時に作動してしまうとキャタストロフィックな事象が起きたことになるような物に対しては、作動のためのエネルギー源とその対象物との間に物理的な独立した3個以上の遮断スイッチ類を設置しなければならない。

④ シャープエッジの除去

有人プログラムで特有な要求であるが、宇宙飛行士が触れる怖れのある所には一切角張っている装置は設置できない。角はすべて丸めておかねばならない。

船外活動では宇宙服が破れたらキャタストロフィックな事態になるのでステーションの船外の装置はより厳しく審査される。

[9] {図面の描きやすさと工程の簡略化からきているのであろうが日本の技術者はとかく角張った装置を設計しがちである。この点に関しては医学機器の分野の方が進んでいると思う。病院では患者が触れそうな機器はすべて角が丸くなっているのを見習う必要がある。}

⑤ ソフトウェアに対する要求

安全の見地から、必ず作動しなければならない時は上記の FT 要求が課されるが、不用意に作動することがあってはならない機能に関してはその Fault が広がらないように設計しなければならない。また複数あるインヒビットの制御は完全に分離されていなければならない。

6. 安全解析の手法について

新たに開発するものが安全であることはいかなる方法で示したら良いのであろうか。すべてのハザードを識別して、これに対する安全技術要求はどの文書の何項に記載されたどのようなものかを確認し、その要求を満たすような設計を行い、設計の意図通りのものが製造されたことを確認すれば良いのである。

NASA はステーション計画で SSP-30309E(*23)「安全解析とリスク評価の要求書」を定めている。まず、ハザードを識別し、それがどの程度のものか評価して、分類する作業であるハザード解析を行う。ハザードを識別するためには

FTA (Fault Tree Analysis:故障の木解析)や FMEA (Failure Mode Effect Analysis: 故障モード影響解析) 等の各種の解析手法を駆使して漏れがないようにする必要がある。FMEA から作成される CIL(Critical Item List: 重要品目表)はクロスチェック用に使うこと等が記載されている。次に、その識別されたハザードが実際に事故となる可能性の度合い (Likelihood of Occurrence) と事故が起こった場合に推定される被害の程度 (Severity) との二つの観点からそのハザードを分類する。30309E では前者に対し 4 分類、後者に対して 3 分類としている。

カテゴリ I : 破局的な被害 (Catastrophic)

カテゴリ II : 重大な被害 (Critical)

カテゴリ III : 少しの被害 (Marginal)

カテゴリ A : 起こりうる (Probable)

カテゴリ B : 起きる可能性がある (Infrequent)

カテゴリ C : 起きるかも知れない (Remote)

カテゴリ D : まず起きる可能性が無い (Improbable)

[10] {米国の他の文書ではもっと細分したものもあり、また、数値を与えたものもあったが、30309E では定性的な表現のみで定義されている。また Likelihood of Occurrence は Frequency of Occurrence と記載されているのもある。この混乱は確率(Probability)に対する工学分野における解釈の歴史的混乱から生じている。詳細は拙論(*24)「信頼度の意味するもの」宇宙先端、を参照して頂きたい。実世界の確率の定義として確信の度合い (degree of belief) を採用すれば解消することである。被害の度合いも確率も合理的な推定に基づく「主観」でよいのである。}

2種類のカテゴリの組み合わせを NASA はリスク・インデックスと称している。設計の結果が IA であってはならないのである。また、これらを縦軸と横軸にしたマトリックスを作り、個々に識別したハザードの要因ごとのリスクをプロットすると、何が最も対策を講じる対象であるかが一目で判る。

NASA はハザードとハザード要因 (Hazard Cause) を区別している。ハザードとして大きく識別し、その要因を細かく識別してハザード要因ごとに対策が取られているかを見るわけである。すると、考えれば考えるほどハザード要因は増え、無限にあるようにも見える。しかし、この状況は構造物の強度解析における強度計算と似ている。ある大きさのある構造物に対して無限に細かく強度を当たらなければならないかということそんなことはない。知識と経験により、どの部位が標定個所となっているかが分かってくるからである。安全解析も慣れてくれば、解析すべき部位が分かってくる。

安全解析とは被害の程度とその発生確率を決める作業である。即ち、ハザード及びハザード要因が識別され、これらがどの程度のリスクであるかを示すことである。30309E ではこのための書式を決めており、ハザード・レポートと称している。安全審査の時の審査資料は SAR (Safety Assessment Report) であるが、その主要な内容としてハザードレポートが含まれる。

[11] {安全の反対語としての危険という言葉を使って危険解析と言ったり、英語のハザード解析の訳として、危険解析とされていることもある。しかし、これらはハザード解析とする方がより適切である。ハザードは識別した段階では安全とも危険とも言えないものである。}

7. ハザードとリスク概念について

安全解析で重要な最も概念はハザードとリスクである。ハザード (Hazard) の定義は、前述の 30309E では、“The presence of a potential risk situation caused by an unsafe act or condition”、一方、[NASA 安全方針] では、“Existing or potential condition that can result in or contribute to a mishap”、となっている。NASDA では「安全開発保証要求書」に「事故の起きる要因が潜在又は顕在する状態をいう」と定義している。この定義は「NASA 安全方針」の定義に由来することは明らかである。米国の他の文書においては他の違う表現で定義されたものもあるがいずれも本質的な違いはない。

空を飛ぶ飛行機には墜落というハザードがある。昔の飛行機はかなり危険であったが技術の進歩の結果、非常に安全な乗り物になった。しかし、依然として墜落というハザードが除かれたわけではない。

[12] {ハザードは日本語にはなかった概念であるのに危険とか危険要因と訳されていることが多かった。そしてこのことが誤解を生む要因であった。近い意味の用語を使って新しく意味を広げて使うよりも思い切ってカタカナのままにしておいた方が良い例の一つである。コンフィギュレーション (形態)、ベースライン (基本線)、インタフェース (界面) はもはやカタカナでしか使われない。かつて NASDA においてこれら漢字の訳が使われたことがある。一般に火口品を作動させることは Hazardous Operation であるがこれが「危険な運用」なら、そのような運用はすべきでないのであって、ハザードな運用でも安全な運用であることを確信できる時にのみ実行するのである。}

リスクは広く一般に使われているので、殆ど自明であると考えられるが正確

にはかなり違っている。「NASA 安全方針」では”As applies to safety, exposure to the chance of loss of injury or loss. It is a function of the possible frequency of occurrence of an undesirable event, of the potential severity of the resulting consequences, and of the uncertainties associated with the frequency and severity.”

また、NHB5300.4(1D-2)では”The chance (qualitative) of loss of personal capability, loss of system, or damage to or loss of equipment or property.”であった。

30309D では 1700.1B 「安全方針」と殆ど同じであった。これに対し、少なくとも最後の一行は削除すべきという意見を出したら、これは届いたようだ。30309E では”Exposure to the chance of injury or loss. It is a function of the possible frequency of occurrence of an undesirable event and the potential severity of the resulting consequences.”

1088D では「人間の喪失、システムの喪失、装置の損傷もしくは喪失、または財産の損傷もしくは喪失を招く（定性的な）可能性。」となっており、NASA の古い定義に由来する。

宇宙開発に限らず、一般には二つの量を掛け合わせてその値をリスクというのである。その一般化として発生確率を確率密度関数で表した時の確率論で定義している期待値をリスクとするのが最も適切である。NASA がこのように定義出来なかった理由は、やはり前述の実世界における確率の解釈の混乱によるものであろう。なお、リスクは価値の次元を持つことも指摘しておきたい。

[13] {NASA のリスクの定義で、従って 1088D の定義でも、欠けていることは、リスクはその大小を比べることに意義があるという認識である。二次元量はそのままでは比べられないことは、例えば、「二つの長方形が与えてこれを比べよ。」と言われても比べるものが面積なのか周囲の長さかによって答えが違ってくる。つまり二次元量を一次元量に変換する式（評価式）が必要なのである。NASA の定義では a function との言葉までは出てくるがその定義が示されていない。}

[14] {被害の期待値という言葉に関し、「被害を期待するとは不謹慎」というご指摘を頂いたことがある。数学用語の「期待値」は Expectation であるが、英語の expect には、「嵐が来ることを expect する」という使い方があり、数学用語の「期待値」も「予期値」であればより適切であった。確かにミッションの成果等、「得べかりし利益」に「期待値」を使うことがあってもリスクとは言わない。、リスクという用語は専ら望ましくない被害についてのみ使う習慣は定着しているから、リスクの定義は被害の「覚悟値」である。}

さて、最後に全く自明であると思われる安全 (Safety) の定義を見てみると、やはり文書によって多少の違いがある。

NHB5300.4(1D-2)では、"Freedom from chance of injury or loss of personnel, equipment or property." そして、この訳として 1088D では「人間の死傷または装置・財産の損傷・喪失のおそれのないこと。」

NHB 1700.1 (V1-B)では Safety の定義はないが、Safety Assurance の定義が "The attainment of acceptable risk for the safety of personnel, equipment, facilities, and the public during and from the performance of operations."

広辞苑では、「【安全】 (1)安らかで危険のないこと。平穩無事。(2)物事が損傷したり、危害を受けたりするおそれのないこと。」であり、一方「【危険】 危ないこと。危害または損失の生ずるおそれがあること。」となっており、安全は危険の反対の概念である。

私は安全の定義は「リスクが許容できる程小さい状態を言う。」とすることが最も適切であると思う。そして危険は安全の反対の概念として「リスクが許容できないほど大きい状態を言う。」となる。許容できるかどうかはその時々、社会的背景によっても違って来るが、安全と危険の中間領域というのは存在し得ない。特に、有人宇宙プログラムでは常に安全との判断のもとに進めるものであって、危険を冒して宇宙に行くのではない。

あとがき

まえがきで紹介した御質問の「誰が誰に保証するのか」に対する回答は、「IGA や MOU の規定により、日本国が米国、他に対して保証するのです。」または「納税者である国民に対して、その税金を使う立場である NASDA の代表として理事長が保証することです。」という回答も正解であったように思えるのである。

[15] {安全保証を実施するに当たって用語の定義が重要であると痛感させられる。理論的に用語の完全な定義体系を作れないことは簡単に証明できることではある。しかし、出来るだけ合理的に用語の定義を決めることが必要であり、基本的な重要な用語に関しては影響力の大きい NASA 文書に表れる定義から見直す必要がある。NASA は各センターの独立性が強いこともあるが、基本的な用語だけでも定義の統一を図るべきだと言いたい。 }

[16] {宇宙開発における保証活動の要求は NASA のアポロ計画の遺産と言えるものであるが、最近ではコンカーレント・エンジニアリングだ、低コスト開発

だ、との掛け声の下に家元のNASAからくずれてきている。確かに、パソコンやネットワーク技術の発達を踏まえて、見直し又は修正の時期に来ているのかもしれない。その前に必要なのは用語の統一である。}

参考資料

- 1) 「原子力の安全性」、近藤俊介、同文書院
- 2) NHB 1700.1B NASA Safety Policy and Requirements Document, June 1993
- 3) NHB 1700.1A Basic Safety Manual, 1984
- 4) 宇宙先端 第7巻第6号「『安全』を考える」渡辺 貢成、1991年11月
- 5) 宇宙基地特別部会報告「宇宙ステーションの開発利用の本格化に向けて」
昭和62年7月
- 6) NASDA-STD-12A「システム安全性標準」、平成7年10月
- 7) AGREEMENT AMONG THE GOVERNMENT OF THE UNITED STATES OF AMERICA, GOVERNMENTS OF MEMBER STATES OF THE EUROPEAN SPACE AGENCY, THE GOVERNMENT OF JAPAN, AND THE GOVERNMENT OF CANADA ON COOPERATION IN THE DETAILED DESIGN, DEVELOPMENT, OPERATION, AND UTILIZATION OF THE PERMANENTLY MANNED CIVIL SPACE STATION
常時有人の民生用宇宙基地の詳細設計、開発、運用、及び利用における協力に関するアメリカ合衆国政府、欧州宇宙機関の加盟国政府、日本国政府及びカナダ政府の間の協定 (IGA)
- 8) Memorandum of Understanding Between the Government of Japan and the United States National Aeronautics and Space Administration on Cooperation in the Detailed Design, Development, Operation and Utilization of the Permanently Manned Civil Space Station
常時有人の民生用宇宙基地の詳細設計、開発、運用及び利用における協力に関する日本国政府と合衆国航空宇宙局との間の了解覚書 (MOU)
- 9) NASDA-ESPC-1088D 「宇宙ステーション取付型実験モジュール(JEM) 安全・開発保証要求書」平成7年10月18日D改訂
- 10) SSP 30000 “Program Definition and Requirements Document”, (PDRD)
Section 9 Safety and Product Assurance Requirement
- 11) NASDA-SPC-1177A 「信頼性プログラム共通仕様書」
- 12) NASDA-SPC-558 「品質プログラム共通仕様書」
- 13) NASDA-ESPC-840G 「システム仕様書 宇宙ステーション取付型実験モジュール(JEM)」平成9年3月14日G改訂
- 14) NHB 5300.4 (1D-2) “Safety, Reliability, Maintainability and Quality Provisions for

- the Space Shuttle Program”, October 1979
- 15) NSTS 13830B “Implementation Procedure for NSTS Payloads System Safety Requirements”, November 1989
 - 16) SSP 30599A “Safety Review Process International Space Station Alpha Program” January 11, 1995
 - 17) 「宇宙ステーション取付け型実験モジュール（JEM）に係る安全評価のための基本指針」宇宙開発委員会、平成 8 年 4 月 24 日
 - 18) NSTS 1700.7B “Safety Policy and Requirements For Payloads Using the Space Transportation System”, January 1989
 - 19) NSTS 1700.7B ADDENDUM “Safety Policy and Requirements For Payloads Using the International Space Station”, December 1995
 - 20) SSP 50021 “Safety Requirements Document International Space Station”, December 12, 1995 (3/26/96)
 - 21) SSP 50038B “Computer-Based Control System Safety Requirements International Space Station Program”, November 17, 1995
 - 22) KHB 1700.7B “Space Shuttle Payload Ground Safety Handbook”, September 1, 1992
 - 23) SSP-30309E “Safety Analysis and Risk Assessment Requirements Document International Space Station Alpha Program”, October 28, 1994
 - 24) 宇宙先端 第 11 巻第 1 号「信頼度の意味するもの」原 宣一、1995 年 1 月

異文化と摩擦（15）

— 田舎の秀才と都会の智者（イ） —

森 本 盛

（ii）都会の智者

この型は、世の中に 色々な事が動いていることをまず肌で感じる。これを身につける必要性を感じて、見聞を広め、自ら行動に移すという能動型でダイナミックなスタートをする。身につけることは自分の行動のあり方、物事の動かし方さらに人の動かし方に進む。田舎型が役に立たない栄光を守るために止まっているのと違い、都会型はどんどん前に進む。能力の差がはっきり見えてくるのは10～30年先なので困る（気付かず一生を終わる人も多い）。では何故都会人は智者になれるのだろうか。表1を見ながら理解して頂きたい。

それはまず聴くことから始まる。聴くことによって自分自身が洗練されてゆく。エジソンは、フォード（16才年下）ほか色々な人の話を聴いた。松下幸之助も若い人の話を熱心に聴いた。世の中の動きは、いくら聴いても充分ということはない。田舎の秀才はこれができない。人の話をタタク。後の大差の主因はここにある。

次に、上下左右の人への対応はどうであろう。人は話せばワカル、又、それぞれ持味があると都会人は感じている。したがって、理解し合い、それぞれの持味で協力し合えるものとする。前向きにフランクに話し合えば、仲間は自然に増えてくる。持ち味（主として脳の働き）を組み合わせた集団は、N人分の幅と質の向上力をもつ。田舎型の方は、自分の言葉に従う人を集めるので、手足の力はN倍になるが、幅と質は自分以下になる。

持ち味を重視する人は、相手のヤル気（A6という）神経と快感（A10という）神経を刺激してモチベーションを高めることを考える。そのためにはバカでも悪役でも演じる。また相手の能力を見出して伸ばすよう心掛ける（ウッズやイチローの父親も同じ）。さらに仲間が増えれば必然的に、仕事作りを考えざるをえなくなる（洋の東西を問わず領主の責任とされてきたこと）。田舎型の方は鞭で人を使うことしか知らない。潜在的に周囲に対する敵対意識があるので（潜在

被害妄想) 仲間同志にはなりえない。ひらたくいえば抱き込み型とケチラシ型の違いということになる。

ここで再び、自分自身の洗練の話に戻るが、世の中に色々な形、数、権力が存在するが、それらは整理上のタテマエであって、中の人の特性・能力で変幻自在に変われることを都会人は知っている(行動して得たノウハウ)。もっと広げればそれらが自分の目的達成に有利に使えることも知っている。又、理解しあえれば人間は思ったより好意的・親切であることも知っている。ただしそこに辿り着くには、相手の心と話すことが重要である(相手も自分もプラスを得るストーリーで相手の立場・心情・行動との関係を勘案して)。

このようなことは学問や本では学べない。今の自分のノウハウ(物差しであり哲学でもある)と照し合わせながら行動を繰り返すことによって磨き上げるものである。ここで使われるのは、日本語のうち“大人語”であり、世渡りのコミュニケーションを可能にする言葉である。成長には、上下左右の人のイイトコドリが必要であるが、それを可能にするのがコミュニケーションである。

田舎型の人はこのあたりを最も苦手とする。形・数・権力は崇拜するが、うまくゆかぬと形や権力のセイにして逃げる。しかし自分がその中に入っても、それを任されても、何も動かすことはできない。ここで使われている日本語も話すことができない。自稱栄光が襲われるのを恐れて、自分を鎖国の状態においたことが、このような大きな差を作ってしまうのである。

表 1

都会の智者	田舎の秀才
スタート：世の中の動きを感じる	自稱栄光を守る
見聞を広め	
行動して体感	
Key：動かし方(事・人)	防御(潜在敵意)
聴く { 自分の向上	相手を撃退
{ 自分のチェック	
相手 { 話せば解かる	奴隷型
{ 持ち味尊重	
集団 { システム集団	人夫の集団
{ 組織力	
{ 質高い	量のみ
{ 幅広い	

人材	インセンティブ { A6神経 (ヤル気) A10神経 (快感) }	鞭
演技	バカ 知らぬふり 勝たせる 悪役	感情丸出し 惻口ブリ
フランク	{ 知らぬことは知らぬ 悪いことは悪い }	善人ヅラ
価値	9褒1叱 人の為, 社会の為 ロマン	知ったかぶり イイコ気取り 10叱0褒 自分の為 形, 数, 権力 (見栄)
理解	田舎の秀才を理解 できる	都会の智恵者を理解 できない

(iii) 組織の性質

以上は個人の分類であったが、組織も同じような分類ができる。官公庁、民間等の間の差もあり、職種による差もある。開発職は広くなる傾向がある。

しかし何と云っても、代々ひきつがれる先輩(上司)*の善悪で組織の性質が決まる。日本ではこれまで異種組織に変わる機会が殆どなかった。したがって殆どの方は、他社を知らない(入ってみなくてはわからない)。ということは社会全体の流れを知らない(表面しか見えない)。“トレンド不感症”になっている。国際社会に入る前に国内にもまだ学ぶことが残っている。こんな好機にノホホンとしている場合ではない。

*DNA 的 / 優性遺伝 (交配) / 劣性遺伝 (近親・免疫不全)

JUNK BOX

書評のことなど

最近、多少宇宙先端が世間に知られて来たのか、と思えるようなことが2度ほどあった。いずれもホームページ公開の効果と思う。もとより宇宙先端は有名になるために活動しているわけではないし、外に出ることにはいささか慎重な伝統もあって、どこぞのホームページに「謎の団体」と冗談めかして紹介されていたりするわけだが、宇宙開発に対して意識（賛成にせよ反対にせよ）を持つ人の間にその存在が浸透することは悪いことではない。

ひとつめは、裳華房なる出版社から、「ポピュラーサイエンス 軌道エレベーター 宇宙へ架ける橋」（石原藤夫、金子隆一共著）という本が、研究会宛送られて来たこと。謹呈、乞書評との紙がついていた。会誌で書評を書いてくれ、ということらしい。せっかくだから、本稿を書くことにした。

「軌道エレベーター」だが、どちらかと言えば「と」系の本。要は、下端が地表まで届く極度に長いテザー衛星を作ってエレベーターとして使うアイデア。張力に耐える新素材が開発され、建設と維持にかかるコストを忘れたとしても、ロケットに対する優位性が良くわからない。対地速度ゼロの荷物を引き上げて行って静止軌道位置に達したとすると、そこでは位置エネルギーと3 km/s の速度（約2.5 km/s の増速）を得ていなければならない。これをどうするつもりだろう。テザー系の姿勢と高度の維持のために結局はスラスタを吹くしかないと思うが。誰か詳しい人がいたら教えて下さい。本は希望者に貸し出します。

もうひとつは、「H-II ロケット上昇」（松浦晋也著、日経BP社）のなかで宇宙先端の論文が引用されたこと。園山さんの「宇宙先端由来記」の一節がミニシャトル・“ヤマト”の顛末のところで使われている。「宇宙先端由来記」は研究会のホームページで公開しているので、そこで読んだのだろう。宇宙先端の論文が引用されることはたいへん良いことだと思う。さて、「H-II ロケット上昇」自体だが、非常に良くまとまっている。ドキュメンタリーとして出色の出来。よくどこまで取材し、ストーリーをまとめたものだと感心する。宇宙開発のプロにも必読だと思う。

残念なのは、結構ワープロミスが多いのと、付録のCD-ROMに収録された静止画の画質が良くないこと。著者は訂正をホームページで公開する方針のようだが、後世に残す意味で、チャンスがあれば是非改訂版を出して欲しい。CD-ROMの方は、NASDAの広報写真はすべてプロフォトCD化してあるので、それを利用すればずっと良い画像が撮えられるはず。広報室さん、提供してあげたら。なお、この本は貸しません。みなさん買ってあげましょう。（福田 徹）

投稿募集

宇宙先端は会員の原稿によって成り立っています。軽重、厚薄、長短、大小を問わず奮って投稿を！（下記を参考にして下さい。）

会誌編集方針

- 1 『宇宙先端』は宇宙先端活動研究会の会誌で年6回発行される。
- 2 論文の内容は、全て著者の責任とする。
- 3 投稿資格：原則として本会会員に限る。
- 4 原稿送付：投稿する会員は、B5版横書きまたはA4版横書きでそのまま版下となるような原稿およびコピー1部を、宇宙先端研究会編集局宛送付する。原稿は返却しない。
- 5 論文は未発表の原著論文に限る。ただし、他に発表したものの要約、解説等は歓迎する。掲載論文に対する質疑、意見、提案等、誌上討論は大いに歓迎する。
- 6 A4で20ページを超えるものは掲載しないことがある。宣伝、中傷、その他本会の趣旨から極端に外れる投稿は掲載できない。編集人は会誌の整合のため、著者に改稿を求めることがある。

原稿送付先：〒305 茨城県つくば市千現2-1-1 筑波宇宙センター内
宇宙環境利用研究センター 福田 徹

編集に関するお問い合わせは下記へ。

福田 徹（編集局長） TEL 0298-52-2759 FAX 0298-50-2233

E-mail: MSJ00573@niftyserve.or.jp

岩田 勉（編集人） TEL 0298-52-2250 FAX 0298-52-2247

97年度年会費納入のお願い

宇宙先端の印刷と郵送の経費は会員の皆さんからの会費によって賅われています。下記のいずれかの方法により、97年度年会費（3,000円）を納入されるよう、よろしくお願いいたします。

1. 財務担当に直接払う
財務担当：澤 倫子〔宇宙開発事業団総務部総務課〕
2. 郵便振替
口座番号：00120-0-21144
加入者名：宇宙先端活動研究会
3. 銀行振込
富士銀行浜松町支店 普通3167046

編集後記

書評の続き。戦艦大和誕生 [生産大国日本] の幕開け 上・下、前間孝則著、講談社、1997 は面白かった。綿密な調査に基づいて、造船の視点から大和の誕生を描いたもの。大和に至る帝国海軍艦艇建造の歴史が活写されている。大和の建造に要した工数は、長門、陸奥並みでしかなく、長崎で建造された同型艦武蔵の半分程度だったという。これを可能としたブロック建造、早期艤装といった呉工廠の先鋭的な建造技術が戦後の日本造船の基礎となったとの説を提示している。この本を読んでもう一つ理解できたのは、何故大和、武蔵を造ったのか、その気分。海軍としては老朽戦艦長門、陸奥で太平洋戦争を戦う気にはなれなかったのだろう。しかし、新型戦艦2隻ぐらいでは米国の巨大な生産力には太刀打ちできない。いくら一部で優れていても、根本的な戦略の誤りはカバーできなかったということだろう。 (福)

宇宙先端活動研究会誌 宇宙先端 第13巻 第6号

平成9年11月15日発行 (頒価 1,000 円)

編集人 岩田 勉

発行 宇宙先端活動研究会

東京都港区浜松町 世界貿易センタービル内郵便局私書箱 165 号

無断複写、転載を禁ずる。



宇宙先端活動研究会誌
1997 VOL.13 - NO.

IAA 6