

特集

長友信人先生追悼



日本ロケット協会役員懇談会での長友信人先生（中央立姿）（2006年6月28日）

長友信人先生追悼号に寄せて

的川泰宣 ISASニュース編集委員長

去る4月17日、^{ながともまこと}長友信人先生の訃報が届き、仰天しました。私事ながら、いきなり思い出したのは、1965年の春、大学院の修士課程で門下に加えていただくため糸川英夫先生を六本木の東京大学生産技術研究所に訪ねたときのこと。そのとき、長友先生（当時、助手）にも松尾弘毅先生（大学院生）にも初めてお会いしたのですが、あの日、実験室の汚い床に座り込んでロケット開発の展望などについてチョークを使っていろいろと説明してくれた、長友先生の生き生きとした表情が、昨日のことのようによみがえりました。

ラムダからミューへと展開していった宇宙研のロケットのど真ん中で研究を続けていた長友先生が、アメリカ滞在をきっかけとして研究の軸足を転換したのは、それから間もないころでした。以後、太陽発電衛星や宇宙観光旅行をはじめとする日本の宇宙開発の遠望を標榜する数々の新たなミッションに、きらびやかに着手していきました。その過程で若いエンジニアたちは、長友先生の独創的な発想と熱い想いに触れ、宇宙開発の世界に新機軸を打ち

立てる志と夢を育てていったことは、ご承知の通りです。

『ISASニュース』としては、所長の職にあった人が亡くなったときだけ特集を組むのが慣例となっていました。長友先生の急逝の報に接した非常に多くの方々から、「長友特集」を待望する声が寄せられました。編集委員会としては、そのような場として『ISASニュース』に大きい期待のあることを光栄に感じ、このたび本特集を組むことにさせていただいた次第です。

国の安全や生活の便利さ、環境の問題などに大きく貢献することが、ますます世界の宇宙開発の大切な責務になってきています。それにつれて、本来人々の宇宙への想いの中軸にあった宇宙進出や宇宙の謎に向けられる内発性が、宇宙活動に取り組む人々の心から失われていく傾向も指摘されています。長友信人先生が生涯燃やし続けた宇宙へのたぎる炎とその契機を、できる限り感じ取っていただくことを念願しつつ、宇宙活動の未来を担うすべての人々に、本特集を捧げます。

（まがわ・やすのり）

追悼，長友信人 名誉教授

秋葉鏢二郎

思いもかけない訃報でした。でも、半年以上の闘病生活の末と伺い、我が身のうかつさを悔いています。最後にお会いしたのは、約半年前の日本ロケット協会総会で先生が講演をなさったときでした。後でお伺いすれば、このときすでに、病院からご子息付き添いで出席なさっていたとのことでした。先生とのお付き合いは糸川研究室以来半世紀にも及ぶもので、畏友を尊敬する気持ちを込めながらも、以下しばらくは呼び慣れた「さん」付けで回想を書かせていただきます。

そのときは、すぐお帰りになってしまったので、ほんの立ち話しかできませんでしたが、長友さんは、ご自身が始められた水棲動物の無重力実験から発展した宇宙生物学会のグループ会合に招かれ、現在までの発展に大きな役割を果たされたとして賞賛されたことを、うれしそうにお話しになっていました。実際、長友さんが手を染めた日本で初めて、世界で初めてという試みは、ざっと勘定してみても、十指に余るのではないのでしょうか。この無重力実験は、東京大学の宇宙航空研究所時代に、40号館の2階から水槽を仕込んだカプセルをケーブル伝いに落下させ、8mmカメラで金魚の挙動を撮影・観察したもので、予想外の反応に興奮しておられたことを思い出します。



長友さんが糸川研究室で仕上げた学位論文は、1960年代に家庭用に普及しだした電子レンジに用いられていた、マグネトロンを使ったマイクロ波放電を応用したプラズマ推進器の研究です。その研究は斬新で、すぐ実用になるものではありませんでしたが、このごろやっと惑星探査機「はやぶさ」の実績で話題に上ったマイクロ波放電型電気推進器につながる先駆的研究でした。

その後、「おおすみ」誕生までしばらく、人工衛星計画の素案づくりと、科学衛星計画の現場から派生する諸問題に積極的に取り組んでおられました。中でも、スチームエジェクタ付き真空槽を使った固体ロケットの残留推力推定の実験は、その後の飛翔計画策定に大いに役立ちました。またそのころ、保安工学の立場から、上空で破壊した機体の破片がどのように落下してくるかを模擬して、実験室の高い天井から板状の小片をばらまき、いろいろな運動モードを呈しながら落

下する小片の分散特性を調べておられたのを思い出します。その結果はどこにも発表していないようですが、なにやら寺田寅彦先生好みの研究課題です。

「おおすみ」の成功以後も、M計画の補助推進系やTVC(推力方向制御装置)の基礎実験でプロジェクト研究の一部を支えておられた長友さんでしたが、卒業研究で取り組んだ液水/液酸エンジンへの情熱が冷めやらず、その基礎実験に取り掛かりました。まず、水素の液化から始めなければなりませんでした。ちなみに、私が液体水素を目視したのは、このときが最初で最後です。これが、間もなく宇宙開発委員会に注目されるころとなり、委員長の山縣昌夫先生がつぶさに実験室を見学されました。その後、これが“三者協力”による国家プロジェクトへと発展したのは周知の通りです。でも、長友さん自身は変わり身が早く、能代ロケット実験場での1トンエンジンの燃焼実験以降はプロジェクトの表舞台から身を引いてしまいました。

このころ、米国ではアポロ計画とそれに続くスカイラブ計画も終わり、次のスペースシャトル計画の推進へと進み、宇宙開発をめぐる国際環境が大きく変わりつつありました。国際会議への出席機会も増え、このころ長友さんが国際宇宙航行連盟(IAF)大会で発表したスペースデブリによる衝突予測の論文は、世界がこの重大性を認識するきっかけをつくりました。我々の目も将来に向け、地球周辺から惑星間空間へと大きく視野を広げつつありました。この時期は種々の惑星探査の概念計画がシンポジウムに提案され、理学の先生方とは、この面での交流も多くなりました。長友さんと提案した「アメンボ計画」など懐かし思い出されます。



1970年代末には、大林辰蔵先生提案のスペースラブ1号の「粒子加速器を用いた宇宙科学実験(SEPAC)」推進の名目で、長友さんはNASAマーシャル宇宙飛行センターに駐在の機会を得ています。米国NASAの風土は大変お気に入り、NASA流のプロジェクト管理を我が国の研究者に伝え、またそれを実践なさいました。管理法自体への評価はともかく、その後の国際協力時代の進展に大きく役立ったことは確かです。特に、SEPAC推進で結集したグループが、それに次いで長友さんが提案したシャトル利用計画「宇宙実

験・観測フリーフライヤー(SFU)」の多難な計画遂行に発揮した底力は、この時期の経験によって培われたものです。そのころ、国際宇宙ステーション(ISS)の話がNASAから持ち込まれ、国内でも概念設計の公募が行われました。今も「きぼう」日本実験棟(JEM)の特徴とされている曝露部が長友さんの提案だったということ、ここに書き記しておきます。

しかし再び、長友さんはSFUやISSの表舞台に背を向けてしまいました。それには、シャトルが期待したような輸送機関でないことに失望した面もあったようです。それで、液水/液酸エンジンの開発が進んできたことを背景に、日本の再使用型輸送システムとして、有翼飛翔体HIMESを提案されました。この研究は、ある程度まで基礎開発研究として進められました。それに付随して、離陸時の加速にリニアモーターを使うというアイデアを旧国鉄の京谷好泰さんと共同で提案され、国際的に話題になりました。しかし、HIMESの研究は研究所の予算規模として無理があり、気球から発射するロックオン方式によるモデルの飛翔実験を最後に打ち切りとなってしまったのは残念でした。ご当人はこのあたりの事情をどのように受け止めておられたか定かではありませんが、その後の研究活動に少なからぬ影響があったように見受けられます。



少々さかのぼりますが、宇宙科学研究所の開設に伴い、長友さんは宇宙エネルギー工学部門の教授になりました。そこで講座の趣旨を戴し、太陽発電衛星を研究対象として、まず国際会議の場で海外の研究者との交流を始め、宇宙科学とは異なる評価体系の世界に触れることになりました。巨大システムの構築という意味では、日本マクロエンジニアリング学会の創設にも加わっておられます。また、薄膜構造の展開という意味で、太陽帆走による国際競技の提案を受けて研究グループを立ち上げ、自らも実験研究をなさっていました。

宇宙研の「宇宙エネルギーシンポジウム」の創始者が長友さんであることは、申すまでもありません。ここで、実行できる規模での実証実験が重要との認識に立ち、近地球周回衛星としての太陽発電衛星を計画され、やがてSPS2000の名で推進されるようになりました。研究成果は国際的にも高く評価され、太陽発電衛星の提唱者である、ピーター・グレーザー博士を中心とするSUNSAT Energy Councilの理事を務められたこともあります。このような活動を通じ、宇宙利用における経済性の重要性を痛感され、実用までの道のりの険しさを実感されたようです。ともあれ、この研究グループは、太陽発電衛星研究会として現在も活動を継続し、この分野での国際的に最も活発な研究



長友先生(向かって左)と筆者。秋田ロケット実験場(道川)にて

者・技術者の団体となっています。

宇宙利用の経済性に関心が移ったことの必然の結果ともいえませんが、宇宙観光事業の将来性にも着目し、民間活動として日本ロケット協会の学術委員会である宇宙旅行事業化研究委員会を組織し、「観光丸」という宇宙観光目的の機体の概念設計をもとに、事業化の検討を進められました。その成果は国内外の学会に発表され、大きな反響がありました。その後、長友さんは同協会の会長を務められました。お人柄から既存の学会の枠には収まり切れない方でしたが、任意団体であった日本ロケット協会は生みの親が糸川英夫先生でもあり、ご自身、近藤次郎先生が会長制を敷き体制を刷新した際の影の主演でもあったので、生き生きとしてその自由な雰囲気を楽しんでおられました。



宇宙研を定年退官後は、さらに自由の翼を広げ、好きなヨットを楽しみながらも、将来の宇宙活動に夢をはせておられました。惑星大気的植物による改造計画は、かなり昔から温めておられた夢でしたが、もっと具体的に、いろいろな極限環境で植物を育ててみることから始められ、今は火星農業というジャンルの研究者集団が形成されつつあります。また、宇宙活動の低費用化にも引き続き関心をお持ちで、木材で衛星を作ろうなど斬新な提案をなさっていました。それも、木材の真空劣化特性を実験でしっかりと確かめた上での提案でした。そのような材料劣化の実験は、博士論文の研究以来手慣れた真空槽を使って、以前から必要に応じていろいろな材料について測定なさっていたものです。

ここで、先生と私が共有した時間は止まりました。先生のこれほどの足跡を正當に評価するには、これまでの宇宙開発はあまりにも未成熟だったというしかありません。それをこれからの歴史に期待しつつ、そして、個人的には限らない寂しさを胸に、哀悼の意を捧げます。

今また、世界に一人だけの人を失ってしまいました。

(あきば・りょうじろう/元 宇宙科学研究所 所長)

長友さんの思い出

松尾弘毅

1962年に私が東京大学生産技術研究所の糸川研究室に配属になったとき、2年上級にいらしたのが長友さんです。私にとって唯一の兄弟子です。

当時、周囲で大学院生といえ、我々2人と隣の玉木研の雛田元紀君だけだったので、何かと珍しがられて、わがままに過ごさせてもらっていたように思います。内之浦の実験場では、監視所のある丘の上で日なたぼっこをしながら、3人で輪講をしたりしていました。プラズマ物理学か何かの恐ろしげな本だったと思います。朝は起きないので、助手の吉山さんが心配して旅館に起こしにきてくれていました。その傍ら、長友さんは洋式トイレ小委員会なるものをつくって、おまえたち見たこともなからうと、使い方について啓蒙運動に励んでおられたものです。

私は、大学院最初の2年を麻布竜土町の建物で過ごしました。私たち2人の居室だった大学院生室は、床に計算はするは、煙草はじかに捨てるはで、^{さんたん}惨憺たるありさまでした。時々幹事の先生から何とかありませんかと声が掛かるのですが、そのうち、何ともならないことをお分かりいただけたようでした。2人とも両切りピースのヘビースモーカーでした。

そのころ人工衛星計画が始まり、長友さんには唯一の子分として大いに鍛えられました。設計会議が月曜に開かれることが多く、日曜の夜は2人で徹夜ばかりしていたような記憶があります。何で授業料を払わなければならないんだ、というのが当時の私の言い分です。うっかり何か言うとその通りに決まってしまうかねない、草創期の楽しさと怖さ、といった時期でした。長らくMロケットの直径を律することになった1.4mも、この時期の産物です。

長友さんの素晴らしい行動力と工学的洞察力とを拝見していると、自分はやっていけるのだろうかと思ひました。人手不足で分野を分けざるを得ず、居場所ができたことは、私にとっての幸運だったと思っています。

「おおすみ」の誕生では本当に苦楽を共にしました。切り離された下段ロケットが残留推力によって加速され上段に追突し、成功目前ですべてが水泡に帰するという、2人にとって何とも衝動的な事件もありました。あんなに鮮烈だった出来事も、次第に忘れ去られて

いく時代になったようです。

パッと何か思い付くと一口乗らないかということで、例えば、30年近く前にスペースデブリによる衝突の解析をした覚えがあります。私が衝突の確率、長友さんがその対策という分担でした。この件、今何かと騒ぎになっているのはご承知の通りです。長ずるに及んで私も一策を案じ、「あと1週間同じことを言っているようなら、お付き合いをしましょう」と言うことにしました。これは効きましたね。

冗談はキレました。宇宙グループが共同利用機関として東京大学から分離独立する際、残留する側の方向がなかなか定まらないのに業を煮やし、「いっそ航空学科研究所というのはどうだ」というすごいのもありました。どうブラックなのか分かる方も、一握りになりました。私も、ばかを言うのが好きなことでは人後に落ちません。いくつになっても、2人で会えば何かと大笑いしたものです。若いころには笑っているだけでは済まず、有名な「大隅大海事件」なども引き起こしました。今も読みながらにやりとされているかな、と思いながら書いています。

また、筋論で遊ぶのもお好きでした。最初の『人工衛星計画試案』が秋葉研究室発行とあったのを見て、我々は秋葉研究室ではないと言い張り、今に残る表紙には手書きで「含む長友・松尾」と書かれています。ただし、長友流の「筋」と「適当」との境目は私には分かり難いところがあって、その点では、すべてに適当ということで私の方が首尾一貫していると思っています。

Mロケットが安定してからは、済んだことは任すとはばかりに、液水/液酸エンジン、宇宙実験・観測フリーフライヤー(SFU)、有翼飛翔体、太陽発電衛星、宇宙旅行と、近年に至るまで粒よりのテーマの先進的な研究に没頭されました。立派な種をまかれたと思います。一時は体調を崩されたりしましたが、歯切れの良い論評は相変わらずでした。多くの長友ファンがいる所以です。ただ、私が「長男が道楽ばかりするから次男が苦勞するのだ」と責め立てるのには多少は閉口されたらしく、私にはずいぶん手加減をしてくださったようです。

この稿、実は長友さん定年のときの送別の辞も下敷きにしています。そのときは「長友先輩が定年ともなると、さすがに感慨ひとしおで、どれくらいひとしおか」といって、一緒に辞めたいくらいです」と結んだのですが……。

偉大な足跡を偲びつつ、ご冥福をお祈り致します。

(まつお・ひろき/宇宙開発委員会 委員長)

SEPACと長友先生

河島信樹

もう30年以上も前のことになります。故 大林辰蔵先生に呼ばれて、「工学の長友君が、アメリカで開発しているスペースシャトルで何か実験しましょう」と言っている。いいテーマはないかな」と聞かれました。そのころ私は、ロケットを使って宇宙でプラズマ流を打ち出し、人工的な擾乱を起こして地球の磁気圏を調べる構想の予備実験をやっていましたが、「これを本格的にやりましょう」と提案し、Space Experiment with Plasma Accelerators(SEPAC計画)が生まれました。その後すぐに、当時ロケット実験でいい成果を出していた電子ビームを放射する実験も取り込んで、実験名称の“Plasma”を“Particle”に変えましたが、SEPACの名はそのままで進みました。長友(システム)、栗木(MPD)、河島(電子銃)、二宮(エレクトロニクス関係とロジスティックス)、江尻(計測)という元気のいい若手を大林先生は巧みにリードされ、SEPACチームがスタートしました(後に佐々木・柳沢が参加、敬称略)。

長友先生は、NASA仕込みのプロジェクトマネージメントをSEPAC計画に適用し、我々をリードしてくれました。特に理学出身の私にとっては、システム工学的な素養のなさを嫌というほど思い知らされたSEPACの立ち上がりでした。長友先生には、つくる文書の片っ端からダメを出されました。宇宙研所長を務められた故 小田稔先生から、「理学は誰でも自分の領域に受け入れる。代わりに、人の座敷に土足で上がっていく。それに対して工学は、なかなか領域外の人を入れないが、自分の領域をきっちりわきまえて行動する」と言われたことが頭にあり、自分の行くべき道を間違えたかと悩んだのです。SEPACの後私には、レーザガンの開発やレーザーで飛行機を飛ばすなど、工学の分野に足を踏み込んでいるつもりですが、長友先生がお元気な間に「少しは工学をやっていると見てもらえますか?」の答えを頂いておかなかったのが残念です。

長友先生にもう一つ聞き忘れたことがあります。

SEPACの第1回実験は、私が責任者であった電子銃の電源回路に3mmのナットが残っていて、これが宇宙の無重量状態で浮き上がり、パワートランジスタをショートさせ、実験半ばで涙をのみました。ケネディ宇宙センターにスペースシャトルが戻ってきてこれを知ったとき、「多額の経費を掛けた宇宙機器にはあるまじきミス」とマスコミの餌食になることがまぶたに浮かび、覚悟をして宇宙研に帰ってきました。ところが、意外にも宇宙開発委員会の判断は、「こ

れまで宇宙でのトラブルは、原因究明が難しく、誰も責任を取らなくてもいいような隕石の衝突を原因にしたりするケースが多かった。この原因究明は、スペースシャトルという新しい輸送手段ができた成果である。ぜひ初志貫徹でもう一度やりなさい」というものでした。温かいお言葉に甘えて第2回の実験を行い、所期の目的である人工オーロラの創造と、それをスペースシャトルからTVカメラで観測することに成功しました。しかし、第1回実験から10年の歳月の経過で世の中の関心は完全に冷めており、反響はあまりありませんでした。

私にとって、一番働き盛りの10年でした。そのとき、もっと責任に対して厳しい裁定を受けてがけっぶちの環境で再スタートしていたら私の今はどうなっていただろう、と四半世紀前を振り返っています。その間、SEPAC Reflightだけでなく、アインシュタインの大型重力波アンテナの開発や月探査にかかわりましたが、安住の地にいるの甘さがあったことは否定できないと反省しています。

長友先生は、立ち上げた仕事が軌道に乗ると人に任せて次の新しい仕事に移るのを生きがいにしていましたので、SEPAC計画でも第1回実験のときはもう現場におられませんでした。しかし、もし「SEPACを続けるべきかどうか」をその時点でお聞きしていたら、どんな答えを頂いたのか。それをいつか聞きたいと思っていただけに残念です。

工学という側面では、このように大きなギャップがありましたが、学年が同じこともあり、何か新しいものを求めているという強い姿勢には共通点があり、現状に満足できないという話題では、話が弾みました。

「お別れの会」では、ヘンデルの『メサイア』の終盤のアリア「トランペットは鳴り死者は蘇り」を献歌しようと準備していたのですが、ちょうどその数日前に故 観世栄夫さんのお別れの会で謡われた謡曲「江口」のキリ(終曲)が、宇宙観光丸での宇宙旅行を夢見て天国へ旅立たれた長友先生にぴったりだと感じて捧げました。

即ち普賢菩薩と現れ
船は白像となりつつ。
光とともに白妙の白雲にうち乗りて
西の空に行き給う。

最初に用意したメサイアの曲は、

The dead shall be raised, incorruptible
死者は蘇り、朽ち果てないものになる

に始まります。長友先生の目指した宇宙への強いあこがれの魂が、若い人たちにも強い絆で受け継がれていってほしいものです。また、この曲の後半は、We shall be changed, we shall be changed ……が繰り返されますが、これこそが、日本の宇宙開発の将来に対する長友先生の強い主張であるように私の耳に響きます。

(かわしま・のぶき/近畿大学リエゾンセンター 副センター長)

マクロエンジニアの ころ

栗木恭一

長友先生はアメリカにほれていたと思う。それはあこがれとか、崇敬の念とかいう類ではなく、心が一つになる相手と出会ったときの高揚であったろう。

先生の第二の故郷アラバマ州ハンツビルに出張した折、週末に車でテネシーバレー (TVA) ダムに連れて行ってくださった。見学ツアー案内人の南部なまりがひどくて、長友先生が代わって説明をしてくれた。水門を動かす巨大な鋼鉄製メカの銘板を見て驚いた。1935年製造、私と同じ生まれである。長友先生も「そうなんだ。以前ガイドに『これはすごい、日本が負けるはずだ』と言うと、『日本だってすごい、おれたちと戦ったんだから』と返された」とうれしげに話してくれた。

宇宙実験・観測フリーフライヤー (SFU) プロジェクトを先生と二人三脚で始めた1980年代半ば、NASAマーシャル宇宙飛行センター (MSFC) で入手されたプロジェクトマネジメント関連書類一式を、私に下さった。ご自身はすでにプロマネは卒業され、ちょうどそのころ一橋大学の中川 学教授と日本マクロエンジニアリング学会を創設し、プログラム経営に邁進する心境とお見受けした。学会の趣旨「最大規模の工学的事業を研究し経営する」に沿い、国際宇宙ステーション (ISS)、太陽発電衛星 (SPS)、月面基地などを包含する巨大事業の構想を温めておられ、SFUはその先兵となった。SFUのファイナンスについては、ISSの要素とする、搭載実験は国際公募とする、などを枠組みとして各方面の説得に当たり、NASAへの巡礼の旅も始まった。長友先生のアプローチは、あくまで工学と経営の二本差しであった。

航路サーベイランス拠点となるべき宇宙ステーションの舞台は彼にとって海であり、宇宙ステーションに寄港する際の進路に取るべき宇宙回廊を航海法にのっとりて説くとき、海の男の顔が輝いた。portside (左舷), starboard (右舷) ……などと船乗用語が出ると、NASA本部 (HQ) ではかつて海軍大佐だったキャプテン・フライタークが、ケネディ宇宙センター (KSC) にはフロリダの海の男が居合わせて、航海談義に花が咲いた。私も『スターウォーズ』の場面を思い出して楽しかった。

また、KSC、ジョンソン宇宙センター (JSC)、グレン (当時リス) 研究センター (GRC)、エネルギー省 (DOE) には“隠れSPS”もいて、SFUエネルギー実験への勧誘にも出掛けた。2人でサンフランシスコから空路ヒューストンに

向かったときのことである。近くに乗合わせた女性から声を掛けられた。「日本人か? どこへ? 何しに?」などのあいさつから始まり、「NASAへ、打ち合わせに」と旅の目的まで聞かれる。日本人を先祖に持つカナダ人で、大学の先生とのこと。さらに、車・半導体バッシングのころだったからか、「営業か? エレクトロニクス製品か?」と畳み掛けられる。こちらもだんだん面倒になり、「そうだ」と答えて、三浦折りや高電圧アレイなどSFUエネルギー実験からSPSにまで話が及ぶと、「それは素晴らしい。すぐにクオモ・ニューヨーク市長に会いなさい。あの人ならきっと力になってくれる」と言う。

ヒューストンに着いて、このやりとりを聞いていた長友先生から「栗木先生も人が悪いね。営業などとおちよくったりして」とやられた。長友流営業のつもりであったが、お気に召さなかったようである。その後、クオモ市長の大統領選出馬が取りざたされたが、健康上の理由で見送られたと聞いている。

ISS構想案が参加国から次々出される中、長友先生はNASA HQにデスクを構えて、アイバン・ビッキー氏らISS技術陣とフリーフライヤーを含む構想を詰められた。HQでの何回目かのSFU打ち合わせのときのことである。この日、HQ国際部の対応は冷ややかで、ISS共軌道フリーフライヤーはすでに数機の提案があり満杯の状況である、と言う。2人とも憤懣^{ふんまん}やるかたなく、ついに長友先生が“You have wrong customers.”と一喝された。居合わせた前述のキャプテン・フライタークがその場を収め、SFUの善後策に知恵を授けてくれた。

今見る限り、ISSフリーフライヤーは1機も飛んでおらず、構想すらない。キャプテン・フライタークはISSへの長友先生の貢献を十分に承知しており、後年、SPSの祖ピーター・グレーザー博士と図って、SPSへの貢献も含め米国航空宇宙学会 (AIAA) フェローに推薦することとなる。2人で通い慣れたワシントンでの受賞式には同席できなかったが、私にとっても本当にうれしい長友先生の受賞であった。

(くりき・きょういち/宇宙科学研究所 名誉教授)



テネシーバレーダム展望台にて、長友先生(向かって右)と筆者(1985年3月)

長友先生とSPS

松本 紘

私は京都大学の助教授時代から、東京大学へ移籍された恩師の大林辰蔵先生の部屋にちょくちょく遊びに寄せてもらっていました。大林研究室には秘書の普天間（三輪）敬子さんや江尻全機（まさき）さんがおられ、長友先生のことを彼らからよく聞いていました。長友先生と最初に出会ったのは、大林先生の教授室でした。うわさ通り、長友先生はせかせかと教授室に入ってこられて、大林先生に何やらわめくように話した後、また風のように去っていかれました。その姿は今でも忘れません。粒子加速器を用いた宇宙科学実験（SEPAC）プロジェクトチームの要の一人としてご活躍でした。その折には特にお話する機会もありませんでした。何となく面白い先生だなあと感じていました。

その後、私は太陽発電衛星（SPS）に興味を持ち、マイクロ波送電に関するプラズマ理論やロケット実験を友人たちと企画しました。大林先生らにお願いしてMINIXやISY-METSというロケット実験をさせていただきました。その折に、長友先生がロケット実験システム担当として参画されたのです。長友先生と一緒に仕事をするようになって最も驚かされたのは、罵詈雑言（ばりぞごん）とも思える、先生の好き放題のしゃべりぶりでした。気の弱い人なら逃げ出すか、ダンマリを決め込むかのどちらかだろうな、などと思いつつも、私は同じ体臭の人間だったので割合平気でした。じっくりと付き合えば、長友先生は実に聡明で、組織的、論理的に物事を先見する能力があり、表面上の行動とは裏腹に、実にデリケートで内気な面があることも分かってきました。また外見とは異なり、実に見事な文化人であり広い素養のある方で、次第に尊敬するようにな

りました。先生も悪態をつきながらも、私とはよく付き合ってくださいました。

SPSについても、私が思い付かない独創的発想を時々授けていただきました。MINIX、ISY-METSロケット実験などに続いて、SPS2000という独自のプロジェクトを立ち上げ、粘り強くSPS研究をリードしていただきました。長友先生は非常に好奇心が強く、何でもしてやろうという精神で、宇宙関係技術、宇宙開発に取り組みられました。しかし、どれもうまくいきかけると、潮が引くようにそのテーマから撤退し、次の取り組みへと興味に移るタイプの研究者のようでした。しかしSPSだけは例外で、対象が大きかったこと、実現がなかなか難しいこと、人類の夢を語れることなどの理由からでしょうか、ずっと興味をお持ちでした。宇宙研を退官後も、ちょくちょく京都大学の宇治キャンパスにもお越しくださいました。私は、SPS学会を創設して初代の会長を長友先生にお願いしようとひそかに思っておりましたが、突然に他界され、非常に残念です。

今ごろは、「おーい、松本君、100年ちょっとの歴史の京都大学では、京都の町の人は相手にしてくれへんで。それと同（おん）なじで、ちょっとやそっとの根性では、世間には君たちのやっているSPS研究は認められんよなあ。頑張ってくれや、頼んだぜ。おれは疲れたー」という長友先生の声が聞こえてくるようです。先生は宇宙船「ごんべえ号」に乗って今、悠々自適でしょうね。長友信人先生のご厚意とご指導に感謝するとともに、ご冥福をお祈りします。

（まつもと・ひろし／京都大学 理事・副学長）

一般公開で太陽発電衛星について森山眞弓 元文部大臣に説明（1994年7月）



長友さんの思い出

小林康德

長友さんは私の半生を決めた人だったと言っても過言ではありません。1962年の春、私は本郷に進学して豊島区にある「東京大学豊島学寮」（都電の庚申塚駅隣に現存）に入りましたが、当時大学院生の長友さんは、その先住者でした。私が航空（原動機）の後輩だと知ったからでしょうか、時折顔を合わせると、気軽に声を掛けてくれるようになりました。

そして、私の大学院進学の際には「絶対に生研（生産技術研究所）へ来い。本郷なんかより、ずうっと面白いぞ」と、熱心に勧めてくれました。「何しろおれと松尾君という学生の2人で次期ロケットの設計をやっている。糸川先生が胴回りはこのくらいと言うと、松尾君がさっさと性能計算して、おれが図面を仕上げるんだ。どうだ、すげーだろ」といった具合でした（後で分かりましたが、Mロケット概念設計のころの話でした）。とにかく、長友さんの洒脱な人柄と身振り手振りを交えての話しぶりは、それだけで私を卒業設計の続きのガスタービンではなくロケットエンジンに向かわせるのに十分でした。

1964年の春から1年間だけの六本木通いでしたが、生研では同時期に入所してきた荒木哲夫君と私が長友さんの研究サポートということで、四六時中、長友さんの身边を徘徊していました。当時の糸川研究室の学生やスタッフは、実によくしゃべくり、笑い、分け隔てのない雰囲気だったことを思い出します。事あるごとに、（ウィットには少々届かない）ダジャレを飛ばして周囲から一本取ることを無上の喜びとする風習が流行っていましたが、長友さんと松尾弘毅さんはその双璧で、掛け合い漫才よろしく、ダジャレを競い合っていました。このころの長友さんの創作遊びの一つ、「かくれんぼ競争」（とでも称しますか）を紹介します。

当時、生研と最寄りの信濃町駅との往復には都電、バスなどの交通手段がありましたが、徒歩でも30分ぐらいでしたから、私たち3人（長友、荒木、小林）もよく歩いて帰りました。あるとき、長友さんが「ここから信濃町駅まで競争しないか。ただし2番目に着いた者が勝ちで、1番と3番は負け」と言いだしました。お互いに相手の動静を見失わず、かつ相手から身を隠して2番目に駅にたどり着く競争です。今は街並みが一変し

ていますが、当時は生研の正門だけでなく裏手から青山霊園に出る細道など幾通りものルートがあり、神宮外苑には相手から身を隠す格好の樹木があり、駅近辺になると夕方の雑踏でした。どこでどう相手を作り過ごすか、あれこれ策略を練りながら歩くと、気分的にはあつという間に駅に着きます。駅では三人三様にがっくりと快哉の気分を味わうわけですが、以後よくこの遊びをしながら帰りましたが、時折、長友さんと共謀して荒木君を出し抜き、「汚ネー」と彼を怒らせて大喜びし合ったこともありました。大の大人が走ったり止まったり、物陰に隠れたり、たわいないことこの上ない遊びですが、長友さんのいたずら小僧そのままの無邪気な喜びようが、今でも忘れられません。

当時の長友さんは、学位論文に向けてプラズマ推進の基礎研究をしていました。駒場に移って持論の高周波放電による無電極型プラズマエンジンの実験に取り掛かりましたが、当時の電気推進開発の主流は通常電極型のイオンエンジンでしたから、この“長友エンジン”は極めて新しい発想でした。長友さんの実験手法も独特で、どちらかという歩きながら考えるタイプで、昨日と今日とで、がらりと変わった実験を始めることも珍しくありませんでした。真空チャンバーにパイレックスガラス管（直径10cm、長さ100cmくらい）をつなぎ、その外側に1対のドーナツ型高周波電極（アルミ板）を50cmくらい離して配置し、管内のアルゴンガスを高周波加熱装置（サイクロトロン）で放電させました。それほど広くない実験室はもろもろの電力ケーブルや配管などで足の踏み場もなく、天井からは大きなディスク型大容量コンデンサがいくつもぶら下がっているという具合でした。実験では、プラズマ生成には成功したものの、その一方向への加速がなかなか確認できず、微小推力の検出器づくりに必死に取り組んだ記憶があります。

1966年、糸川英夫先生の突然のご退職とその後の大学院生の研究室再配属騒動の中で、私は新設部（当時）の研究室から離れる結果になってしまい、長友さんがその後どのように学位論文をまとめられたのか見届ける機会を逸しました。ともあれ、私の大学院生時代の初めの3年間は、長友さんべったりの生活でした。その後も公私にわたり長くお付き合いいただき、長友の人生観にも浴しましたが、天才と凡人との差はいかんともし難く、長友さんの垂らした蜘蛛の糸をよじ登ることはかないませんでした。今はただ、忸怩たる思いと、長友さんに対する感謝の気持ちでいっぱいです。

（こばやし・やすのり／宇宙科学研究所 名誉教授）

長友さんと月レース

三浦公亮

ソーラーセイルは、長友さんの手掛けたミッションの中で、最も彼らしいものの一つかもしれない。未知の技術であること、巨大であることは太陽発電衛星と同様だが、帆船であることにヨットマンとして格別の愛情を持たれたと思う。それは、ソーラーセイルによる月へのレースのルールづくりにも現れていた。

長友さんの書かれた記録によると、太陽帆走を特に月へのレースの形で実現しようという提案は、1981年にフランスのUnion pour la Promotion de la Propulsion Photonique (U3P) のPignoletから日本ロケット協会の中村^{まさみ}理事あてに寄せられて、1982年の国連宇宙会議 (UNISPACE82) で、その企画が発表されたところ。これを受けて、日本でもU3Pや米国のWorld Space Foundation (WSF) と同等のアマチュアの団体をつくろうと提案された。

その結果設立されたのが、月レース世話人会、後の太陽帆走協会 (Solar Sail Union : SSU) だった。アマチュアとはいいながら、U3PやWSFと同様に、主なメンバーは宇宙科学研究所やNECなどのプロの研究者・技術者であった。SSUの活動がある程度進んだころ、その中間報告が、「宇宙輸送シンポジウム1986」の太陽光推進セッションで報告された。冒頭、長友さんは「太陽光帆走の研究活動と当面の目標」と題して講演された。SSUの研究活動のテーマとして、レースのルール、構造、制御、軌道誘導、搭載計器を挙げられ、担当グループから報告があった。SSUの活動は、1990年代の初めごろ、アリアンロケットに3チームのレース艇が搭載される図面が検討されるところまで続いた。

長友さんは、このような研究計画をそれぞれの専門家に割り振った後、自分の役割はこのミッション全体の枠組みを考えることだと思われたに違いない。特に、レースルールの国際的な取り決めについて熱心でおられた。

実際、1982年にU3Pから月レースのルールの提案が出されたとき、長友さんはこう書かれている。

——彼らは実に簡単に考えていたようである。原理的には、まず参加艇は畳まれた状態で打上げロケットによって出発軌道まで運ばれ人工衛星になる。それは空気抵抗が邪魔にならないくらいの高度である。その後は、各艇ごとに地上からの指令電波などによって誘導されて月に飛行し、衝突して電波が途絶えたらレースを完了したものとする。といった程度であった。レースとして運営するためには何らかのルールが必要であり、それはソーラーセイルの原理と軌道に

太陽帆走協会 (Solar Sail Union : SSU) の活動を紹介した著書

関する知識であり、さらに常識を重んじなければならない。——

(『ソーラーセイル—宇宙帆船とルナカップレース』

三浦・長友 著、1993年、丸善より)

実際、レースのイメージはアメリカスカップのようであるが、ルールはその単純な援用では務まらない。レース艇に関するルールは、比較的簡単である。一方、スタートラインとフィニッシュの定義は、レース艇が軌道運動をすることにより、極めて複雑になるのである。

こんなやりとりが記録に残っている。

● U3P案：月に衝突して電波が途絶えたらレースを完了したものとする。——壊れてしまったのでは、故障と区別がつかない。

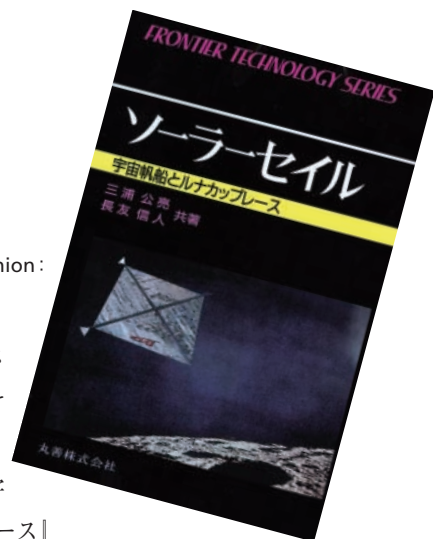
● 日本ロケット協会太陽帆走レース検討委員会案：レースの終着点は月の軌道を含む球面とし、ここに達した時間の早いものから順位を付ける。——月までの距離を飛ばせばよいわけで、月レースをフィニッシュした感激がいまひとつである。

● U3P改定案：地球から見ていてレース艇が月の後ろになったときに電波が途絶えるので、それをフィニッシュしよう。——計算シミュレーションでそんなことは不可能。

1992年、国際宇宙航行連盟 (IAF) 太陽帆走専門委員会が承認した最終案は、次のようになった。「R5 (フィニッシュ)：帆走艇は月の裏側の中心部が見える幾何学的な位置に達したという証拠が得られるや否やフィニッシュしたことになる。このような証拠は、たとえ日に照らされていなくても、月の裏側が入っている画像が少なくとも1枚は含まれていなければならない」。長友流に混ぜて返せば、なるほど、じゃあ月での審判艇はいらないですね。残念だな。審判艇の席が、長友さんに最もふさわしいと思うのだが。

長友さんが去られた今、そのころのファイルをめくると、あんなことこんなことを考えておられたのだ、と感嘆する。レース艇の設計に夢中になっていた我々、狭い専門家にとっては、考えてもいなかったものもあるし、長友さんに任せておけばいいというふうでもあった。それに付けても、1985年から7～8年続いたソーラーセイルの仕事は、大変楽しいものであった。長友さん、ありがとう。

(みうら・こうりょう／宇宙科学研究所 名誉教授)



高性能ロケットと 長友先生の先見の明

棚次亘弘

私が長友先生の招へいで東京大学の宇宙航空研究所に就職する機会を得たのは、原子力ロケットの研究をやるためであった。日本で最初の人工衛星「おおすみ」が成功して、3年後のことだった。当時、長友先生の研究室には、糸川英夫先生がつくられた原子力ロケットの模型が天井からつるされており、書棚には大量の原子力ロケットの書籍が収まっていた。

茨城県東海村の原子力研究所の原子炉臨界計算コードを使って原子力ロケットの核計算をし、駒場の宇宙研では炉内の熱流体計算をして、推力1トン程度の小型の原子力ロケットを設計した。この原子力ロケットを用いて、地球周回軌道から月周回軌道に10トンのペイロードを輸送するスペーススタグの設計も行った。軌道計算は松尾弘毅先生が行われ、比推力が900秒あるとかなり柔軟な軌道設計ができるとの感想を持たれていた。スペースシャトルで地上から地球周回軌道に輸送し、そこから月周回軌道に大量のペイロードを輸送する構想で、長友先生のアイデアであった。ちょうど、米国ではアポロ計画が終了し、スペースシャトルが就航するまでの間であった。この原子力ロケットエンジンとスペーススタグの計画は、1980年に日本で最初に開催された国際宇宙航行連盟 (IAF) 国際会議で発表した。

原子力ロケットの設計をする傍らで、テフロン・バルス・プラズマ・スラスタをラムダロケットに搭載して飛翔試験を行う計画を進めていた。スラスタは電子技術総合研究所で開発が進められていたものであったが、これを飛翔実験できるシステムにすることが私の仕事であった。残念ながら、L-4SCロケット3号機の不具合のため飛行が中断され実験はできなかったが、日本で最初の電気推進の宇宙環境における試験の試

みであった。

また、1973年当時、長友研では液水/液酸ロケットの基礎研究も行われており、能代ロケット実験場で推力100キロ～1トン程度のエンジンの燃焼試験を行っていた。これも日本で最初の液水/液酸ロケットエンジンの試験であった。その後、1975年から日本で本格的な液水/液酸ロケットの開発が始まり、宇宙研も推力10トン級のエンジンを開発研究することになった。この成果は、国産ロケットH-Iの2段目の推進系に反映された。

以上のように、高性能ロケットを日本で最初に手掛けられたのは長友先生であり、まさに先生の「先見の明」によるものである。長友先生は、まず手づくりに近い規模から始めて周囲の人を引き込むプロジェクト興しにたけておられ、本格的にプロジェクトが開始されると身を引き、また新たなプロジェクトを企画する研究者であった。先生は、このやり方を「刺激研究」と称し、また「研究とは真理をめぐる人間関係である」とも言われて、人を惹き付け、組織することにたけておられた。

長友先生が始められた液水/液酸ロケットは日本の基幹ロケットとして成熟し、電気推進は「はやぶさ」で実用域に達した。原子力ロケットについては、1960年代に米国でほとんど実用化に近い状態まで開発が進んでいたが、その後使い道がなく、開発は廃れていたが、有人火星探査計画に向けて欧米で検討が続いている。原子力ロケットの900秒の比推力は、地球周回軌道から極軌道、月、静止軌道を単段で往復できる能力があり、多様なミッションに対応できるものとして期待される。

(たなつぐ・のぶひろ/室蘭工業大学 教授)



液体水素ロケット実験での長友先生 (中央)。筆者は向かって右から2人目 (1973年4月23日)

長友先生の 逝去を偲ぶ

山中龍夫

早過ぎる長友先生の逝去の報に接して、衷心からお悔やみを申し上げます。

1981年の国際宇宙航行連盟 (IAF) ローマ会議に出席した折、故 森大吉郎先生から日本ロケット協会にお誘いを受けて以来、長友先生には多方面のお付き合いをしていただきました。当時の長友先生は『ロケットニュース』の発行に一人奮闘されており、また、宇宙活動を一般の人に紹介するイベントの企画・実行を精力的に進めておられました。そのお手伝いをする中で、長友先生が日本の有人宇宙飛行に並々ならぬ関心を持たれていたことも知りました。米国のポストシャトル計画としての宇宙ステーション計画が始動すると、日本も米国のプロジェクトに国際協力として参加するイベントに、私も長友先生とともに深い関係を持つに至りました。その間、私は多くの専門家と知り合いになりましたが、そのほとんどは長友先生の紹介でした。名古屋大学の御手洗玄洋先生、東京大学の大島正光先生、潜水医学の松田源彦先生などです。

故人となられた元経済企画庁長官の近藤鐵雄代議士およびハワイ州選出米国上院議員スパーク・マツナガ氏が共催した1985年のハワイにおけるシンポジウムで、近藤代議士のあいさつ文を秋葉鏖二郎先生とともに作成しました。その内容をもとにしたスペースポートに関する論文を、長友先生との共著で『Space Policy』に寄稿したことは、忘れることができません。現在運用されているボーイング社の商用ロケット打上げ海上基地の建設に少しは貢献したか、との感慨があります。

その後、松田先生がお世話をされて、航空自衛隊の実験飛行関連航空医学の専門家OBや大島研の卒業生が中心となる宇宙飛行士関連の勉強会が開かれて、今日の宇宙飛行士選抜および訓練の基礎データが日本語として整備されてきたと思っております。松田先生は純粋医学にとどまらず、有人宇宙飛行を目指すには政策の基盤も整備すべきとお考えのようでした。松田先生は“山友会”と称する会を主宰され、多方面にわたる研究会を設定してくださいましたが、松田先生のお志を十分に受け継げなかったことを残念に思っております。

長友先生のお誘いを受けて日本マクロエンジニア

リング学会の創設にも関与致しましたが、学会創設の中心は、今では故人となられた一橋大学の中川 学教授でした。中川教授はケネディ大統領が始動したアポロ計画時代にボストンに留学されており、そこで見たのが、アポロ計画推進のためにマサチューセッツ工科大学 (MIT) 学長が中心となり米国工学系の知識人を動員して、理工学大学教育の構造改革に向けて世論を動かす手法でした。日本マクロエンジニアリング学会の創設は、それを日本にも導入しようとしての活動でした。中川教授は宇宙開発委員会の委員としても活躍されましたが、ここにあらためて中川教授のご冥福を祈ります。

日本の宇宙ステーション計画が宇宙開発事業団を中心にスタートして以来、長友先生は太陽発電衛星計画に没頭され、宇宙科学研究所をご退官の後、火星植林の研究に関与されていると聞きましたが、私はもっぱらスペースプレーンの研究を行ってきました。私がスペースプレーンの研究に用いた手法を検証するため、各種データが公表されている地球を半周する大型ジェット旅客機の計算機利用による概念設計およびその飛行性能評価を行いました。そして昨年、私の研究成果をCD-ROM版私著として贈呈しましたが、長友先生から大変な褒辞を頂き恐縮した記憶は、新しいものです。

最近、日本の有人宇宙活動は何であるかとの質問を受けました。有人宇宙活動は“Poesy”であると言葉で答えてからWordsworthの“Daffodils”を引用しましたが、その最初の一節の一部を書き換えて、“Poesy”を理解されていた長友先生を偲んで進呈したいと思います。

He wandered lonely as a cloud
That floats on high o'er Oceans and Mountains,
When all at once he saw a crowd,
A host, of birds in circulating flight;
He is in the sunshine

(やまなか・たつお/元 航空宇宙技術研究所 科学研究官)



愛艇「こんべえ」で
(2003年4月)

長友信人さんを偲ぶ

御手洗玄洋

私が長友信人さんに初めて会ったのは1971～2年のころであったように思う。そのとき、東京大学宇宙航空研究所の科学衛星将来計画シンポジウムへの参加を勧められて、その仲間に入ることになったと記憶している。以来、会うたびに彼は、私たちの宇宙医学研究を助け、励ましてくれた。当時我が国ではまったく実現の可能性のなかった宇宙医学実験に疑心暗鬼であった私たちを、いつも勇気づけてくれた。

●

そして、たぶんその2年後であったか、彼から送られてきたNASAのスペースシャトル/ラブ利用に関する公募(AO)のコピーが、私の宇宙医学研究への道を決定づけたのであった。私はこれを契機に、「スペースシャトル利用の宇宙医学研究体制の確立」の課題について、文部省科学研究費による研究班を組織することになった。これがタイミングよく、その後決定された我が国の第1次材料実験(FMPT)計画に対応して、私たちにより参考資料となり、また1979年には、NASAのAOに応えた研究課題の応募を助けた。その課題は「コイを使った無重力下の姿勢制御の研究」で、私と渡邊、間野、森、臼井、そして長友の共同研究として提案され、後に実施されたFMPTのコイの実験の原型になったものであった。

FMPTに応募してから実験が行われるまでの10年余の準備期間には、搭載装置の検討など、長友さんは何

かと貴重な協力をしてくれた。その実験室モデルの製作研究について彼から送られた当時の連絡依頼書を、最近たまたま古いファイルの中に見つけた。その連絡事項の最後には、「これは私の想像力の限界ですから、おそらくこれ以上のものはないと思う」とあって、懐かしい彼の得意顔が目浮かぶようであった。また、宇宙航空研究所の2階から金魚を水槽のまま落とし、その間の無重力時の金魚の姿勢などを観察して楽しげであったのも、懐かしい思い出になった。彼は人の意表を突くアイデアだけでなく、実験法の工夫など才能豊かな人で、その逆転の発想にはいつも感心させられていた。

FMPTが終わった直後だったろうか、彼は日本ロケット協会の会長になっていたと思うが、宇宙旅行研究会を開き、そのコメンテーターの一人に私も指名されたことがあった。企画された「観光丸」の加速度は3G以下にすることが私のコメントから採用されたが、役立ったのはそれだけだったと、彼はたびたび愉快そうに私に話していた。

●

私は1946年に医学部を卒業し内科学を専攻したが、間もなく教授の手伝いで脳波研究班会議に参加していた。当時は脳波研究の草創期で、誰もが多素子のペンライター式脳波記録装置を欲しがっていた。それに応えて、グラス社の装置を参考に、糸川英夫先生が製作された。それが我が国第1号の脳波計で、班員の皆さんが喜び、糸川先生の有能さに感心したものであった。それから十数年後に、その直系の学生であった長友さんに出会ったわけである。その縁のためか、初めての出会いのときから旧知の人という感じであった。

もう、あれこれと気を使わずに、安らかに休んでほしいと思っている。(みたらい・げんよう/名古屋大学 名誉教授)

長友先生と観光丸

磯崎弘毅

秋葉鐮二郎会長から、日本ロケット協会に学術委員会を設置し、複数の委員会によって「宇宙旅行」をテーマとした多方面からの研究を行うが、その中の運輸研究委員会の委員長を引き受けるようにとの話があった。1992年の冬のことである。

長友信人学術委員が起草した『宇宙旅行研究計画趣意書』には、「宇宙旅行というテーマは、有人宇宙技

術の商業化というべきもので、観光と宇宙体験のための宇宙飛行は手段として有人の安全なロケットを必要とし、しかも需要が大衆的である点で宇宙産業よりも目標を明確に設定することが可能である。宇宙旅行は古来、人々の夢であった。夢が実現すると分かれば大勢の人々がお金を出す気になるであろう」とある。こうした一般大衆のニーズに応えるべく、宇宙旅行用機体の設計という問題解決を長友先生は迫ってきたのである。交通手段として確固たる地位を築いた航空機設計や運用方法を手本としてロケット屋も見習うものがある、との言に勇気づけられ、飛行機屋の経験が活かされればと、運輸研究委員長をお引き受けした。

こうして宇宙旅行研究計画は、1993年から2001年までの9年間にわたり5委員会と1フォーラムによって実

施されたが、長友先生はこれらすべての研究にオブザーバーとして参加され、さまざまな助言を下された。



「観光丸」とは日本最初の蒸気船の名前である。幕末にオランダから贈られ、長崎海軍伝習所長の永井玄蕃頭尚志が、中国の易経の句「観国之光…」にちなんで命名した。文明開化の先駆けとなったこの船にあやかり、「宇宙という海原に乗り出して地球や星の光を観る船」という意味で、私たちの宇宙機も「観光丸」と呼ぶことにした。船に造詣の深い長友先生の発案である。

1999年の国際宇宙航行連盟 (IAF) 大会がオランダのアムステルダムで開催されたときに、海事博物館を訪れた。ホールの中央に観光丸の模型が大切に展示

されていた。長友先生へのお土産に世界の帆船のタペストリーを差し上げ、大変喜ばれた。

ところで、永井尚志は徳川慶喜の若年寄として大政奉還の建白書を起草したことで知られているが、海軍の創設と製鉄所・造船所の建設を推進し、近代工業の礎を築いた功績も忘れることができない。実は、私の祖母、磯崎かねは永井尚志の孫である。つまり、140年の歳月を経て4代目の子孫が、海洋と宇宙の違いこそあれ、同じ「観光丸」にかかわることになったわけである。将来、宇宙旅行船が就航するときには、ご先祖さまに敬意を表して、「観光丸二世」(KANKOH MARU Jr.) の名を捧げたいものである。

(いそざき・こうき／元 川崎重工株式会社 技監)

長友先生の 一期生として

浅田正一郎

「長友先生記念講演会および偲ぶ会」において諸先輩の話の伺い、あらためて長友先生の偉大さを思い知らされました。この偉大な先生の一番弟子であることに誇りを持ち、その名に恥じないよう頑張らねばと思いつつ、先生の先見性、システム取りまとめ能力、いい意味での飽きっぽさが、いつの間にか私自身の仕事のスタイルに取り込まれており、たった2年間のお付き合いでしたが、その影響力の大きさに感動を覚えました。



京都大学を卒業し、東京大学宇宙航空研究所に修士として入学しましたが、大学の専攻の延長として希望した雛田研究室はすでに稲谷芳文君(現 宇宙研教授)に決まっています。雛田元紀先生から長友先生を紹介されました。無事に長友先生の面通しに耐え、栄えある一番弟子として長友研究室の仲間入りを果たしました。当時は学生数が少なく、同期の5人(稲谷、小野、川口、土井と私)が各研究室に割り振られたのが実情でしたが、その後の私の運命を決定づけた瞬間でした。

皆さんが容易にご想像できるように、長友先生からは、個別の課題で細かな指導を受けた覚えはありません。しかし、研究の合間の雑談(ブラックユーモアともいう)や、必ず一緒に頂いた昼ごはんのときの会話(先生の独演会ともいう)を通じて、知らず知らず長友イズムが浸透していたのです。

長友先生は、多くのことに興味を持たれ、多くの研究成

果を出され、多くの開発に参画されました。そのやり方は、私の修士2年間の研究テーマが、液体水素ロケットエンジンの始動過渡特性の研究、ラムダロケットを用いた微小重力下での金魚の姿勢制御実験装置の研究、ニュートン・ジョンダンパーの自由落下試験装置の開発、月面基地開発の研究など、多岐にわたったことにも通じます。先生から思い付きのように「浅田君、これこれやらない?」と言われて、たいてい何でも喜んでやりました。ただし、「地球磁場を用いた推進装置を研究しないか?」と言われたときには、私には手に負えないと、お断りしたことを思い出します。

先生も私の研究のやり方に対しては口出しすることなく、自由にやらせていただき、楽しい研究生活を過ごすことができました。先生からはっきりと「駄目だ」と言われたのは、私が博士課程への進学を希望したときでした。月面基地の研究が高じて閉鎖生態系の研究を続けたいと申し出たのですが、さすがの先生も研究室の目指す方向と違うと困りの様子でした。実際には私の研究能力のなさを見抜いたのでしょうが、その後は三菱重工への就職の斡旋に奔走していただき、N-I からH-IIAまでの液体ロケット開発に従事できたことを感謝せずにはられません。



私が学生当時の助手であり、現在、室蘭工業大学の棚次亘弘教授が、冗談でこう言ったことを思い出しました。「人間の能力×時間は一定で、先生は頑張り過ぎているから長生きできないよ」と。

我々、長友先生の指導を受けた者たちは、個々の能力ではとても先生の域に達することができませんが、長友イズムを結集し、全員の積分値として先生の意志を継いで世界の宇宙開発に貢献することを誓い、長友先生への追悼の辞と致します。

(あさだ・しょういちろう／
三菱重工株式会社 航空宇宙事業本部 宇宙機器部 部長)

長友先生からの 三つの宿題

國中 均

1989年、宇宙研が駒場から相模原に移転となった折、電気推進工学部門の居室は長友先生と同じく7階となった。おかげで、日常的に頻繁にお目にかかることとなり、すれ違う数分間の会話の中で、手荒くご指導いただいた。

例えば、エレベータに乗り合わせ、1階から7階までの間に「電気推進存亡の危機」を繰り返し主張される。このごく短時間のエレベータ・プレゼンテーションにて先生を論破する技量も論拠も持ち合わせていない私は、しどろもどろであった。当時の電気推進をめぐる状況を簡単にご説明すると、静止通信衛星の実運用が開始され、1980年代になると南北制御用の燃料を削減するため、通常の化学推進からわずかも高比推力であるレジストジェットの利用が始まる。しかし、これは初歩的な電気推進であって、進歩的な2液式化学推進と性能的・実用的に大差はない。本格的電気推進(DCアークジェット、イオンエンジンやホールスラスタ)が登場するのは、1990年代後半まで待つことになる。この1980年代から90年代前半は、電気推進にとって宇宙応用が見いだせない冬の時代であった。これを打開するには、電気推進の独善的性能改善に終始した趣味的研究から離別し、宇宙バスシステムとの適合性の確保やその立証方法の確立、利用方法の研究を含む応用分野の開拓、宇宙ミッションの獲得と実現を目指さなくてはならなかった。

長友先生のご主張が、一つ目の「宿題」となった。そして私たちを、マイクロ波放電式イオンエンジンを主推進とする「はやぶさ」の打上げ(2003年)へと導いた。あるとき、長友先生から1972年の新聞の切り抜きを手渡された。それは、先生を筆頭に電気推進ロケット研究会が発足、30年後に木星探査ロケットの実現を目指すという記事であった。さらに赤ペンで「30年後といえは2002年。当たらずといえども遠からずでした。後はよろしく」と書き込まれてあった。15年かかって、やっと合格点を頂けた。

その相模原移転のころに、「宇宙実験・観測フリーフライヤー(SFU)」の開発が正式着手された。長友先生は、何回目かのSFU研究班会議にて、6つの設計基本要求进行提示された。その最大難関課題は「SFUは故障しても、身体が半分になっても必ず帰還すること」

であった。これが二つ目の宿題である。SFUは、1995年にH-IIロケットにて打ち上げられ、軌道実験がなされた。私が担当する、2次元展開高電圧ソーラーアレイ実験は、満足いく運用ができなかった。自己のエンジニアリングマネジメント技量不足を痛感させられた。

次に私は、テレメータ/コマンド(テレコマ)運用チームのチーフ(コードネーム:SFU OPS)として、スペースシャトルとの近接運用に臨んだ。相模原〜ゴダード〜ホワイトサンズ〜TDRS(データ中継衛星)〜スペースシャトル〜SFUという経路でテレコマ送受を行い、太陽電池アレイを2翼とも分離するという荒技の末、やっとの思いでSFUをスペースシャトルの貨物室に押し込んだ。そして、ケネディ宇宙センターからSFUを身請けして、コンテナに詰めて、船に乗せて日本に送り返す作業にも参加させてもらった。

この二つ目の宿題にもすれすれ及第点を付けていただけただろう。目下は、SFUに続けてさらにもう1機、「はやぶさ」を地球に戻すべく奮闘努力中である。

三つ目の宿題は、退官される折の最終講義にて拝聴したお話の中にあった。先生は再び「エンジニアリングとは人間がものを創る行為である」、そして最後に「学問とは真理をめぐる人間関係である」と述べられた。これが意味するところが、今の私にはさっぱり分からない。昨今の宇宙研の置かれた状況がこれに関係するようにも思えてならないが、でも釈然としない。ヒントを頂くことすら、もはやかなわなくなってしまった。(くになか・ひとし/宇宙輸送工学研究系 教授)



長友先生がつくった日本初の電気推進エンジン実験装置(『生産研究』1962年6月号表紙)

液水エンジンに かけた夢

成尾芳博

「長友君は侍だね」「長友さんは日本が生んだ天才だ」。私が長友先生を思い起こすとき最初に浮かんでくるのが、この二つの言葉である。前者は宇宙開発委員を務められた故佐貫亦男先生の言葉、後者は日本マクロエンジニアリング学会の創設に長友先生とともに尽力された一橋大学の故 中川学先生の言葉である。

長友先生は、他人からどのような評価を受けているかはあまり気にされない方であった。しかし、その長友先生が実に悔しそうな顔をされたことがある。それは、液体水素を燃料とするロケットエンジンの燃焼試験に日本で初めて成功したという事実が、日本の宇宙開発史に何も記述されていないことを知ったときであった。

長友先生と液体水素の出会いは、大学の学部の卒業設計にまでさかのぼる。1959年のことである。当時、液体水素は市販されておらず、ましてやそれをロケット燃料に利用しようなどという発想は、少なくとも日本にはなかった。液体水素のi-sチャートさえ入手困難な時代である。指導教官であった岡崎卓郎先生に宇宙船打上げ用の大型液体水素/液体酸素エンジン(以下、液水エンジンと略す)を設計すると宣言して、推力1000トンの液水エンジンを設計した。それが、そもそもの始まりである。

大学院では、すでに有名だった糸川英夫先生の指導を受けられることになったが、最初に「先生、ロケットをやるなら液体水素ですよ、液体水素をやりましょう」と直訴するも、「そんなことは分かっていますよ。だけど、液体水素は、日本の工業力がまだそこまで行っていないんです」と糸川先生にびしゃりと言われ、しばし充電期間を決め込むことになる。

その後、講師に採用されてわずかながら研究費が付くようになると、その研究費を2年分ため、当時の住友重機械平塚研究所から毎時2リットルの液化機を購入、その試運転に成功したのが1970年3月10日のことであった。場所は、駒場の東京大学宇宙航空研究所の耐爆実験室。その後3年間の手習い期間(本人の弁)を経て、場所を能代ロケット実験場に移し、周囲の「危ない危ない」という言葉を尻目に1973年10月13日午後6時50分、日本初の液水エンジンの燃焼にこぎ着けたのであった。

後に当時を述懐して、「黒田泰弘先生はじめ、皆が危ない危ないと言って何も始められない雰囲気の中で、危ないって言っている人たちを何とか教育して、僕がやりたいことを実現しなきゃあいかんと思った」「僕は、手始めはまず、液体水

素というものを自分の目で見て、手で触ってみることだと思った」と言われている。秋葉先生は、液体水素を目にしたのは後にも先にもこのときが唯一である、と述べられている。そのとき用いられたのは、100kg級水冷却燃焼器であった。

その後さらに本格的なロケットエンジンの燃焼を目指して、推力1トン級再生冷却式管構造燃焼器の燃焼実験が計画され、1975年に敢行された。試験に用いられたのは、これまた日本で初めて試作された再生冷却式管構造燃焼器である。長友先生自らがチューブを曲げてつくられたもので、ロウ付けだけは三菱重工業の名古屋製作所に依頼したが、ほとんどが手づくりといってよいものであった。実際に燃焼に成功したのは、1975年8月25日午前2時50分のことである。関係者によれば、当日のやりとりは、おおむね次のようなものであった。

試験当日は朝5時に起床して作業開始。試験装置のタンクに必要な量の液水(15リットル)がたまったのは深夜。液化機と切り離して試験台車を手で押しながら試験場所に移動し、記録計器の調整を始めたものの、思うように進まず、時間はたつばかり。液体水素の目減りを心配した長友先生の号令が掛かる。「おい、燃やすぞ」「待ってください。まだペンレコの調整が済んでません」「そんなことしてたら液水がなくなっちゃうぞ。燃えればいいんだ。写真の準備はいいか?」「5, 4, 3, 2, 1, 0」。一気に振り切れるペンレコ。燃焼中、ペンは反対側に張り付いたまま。そして燃焼終了と同時に、ペンはむなしく元の位置に。「うまく燃えたな」と長友先生。「そうか? 途中でプスン・プスンといわなかったか?」と言ったのは、見学に来られていた秋葉先生(倉谷先生?)であったという。このとき、試験台車と実験班員を隔てていたのは機材格納庫の扉1枚であった。また、長友先生に至っては実験主任の特権で、1人でロケットのそばの物陰に隠れて見ていたとのことである。

何事も、やってみなければ始まらない。一連の長友先生の実験を契機として、国内の各研究施設での液水エンジンの研究が一気に加速されたのはいうまでもない。長友さんにできたんだから自分たちにもつくれるはずだ、あんなつくりでも壊れなかったから大丈夫だ、と国内研究者に勇気を与えたのは間違いない。それこそ長友先生が望むところであったはずである。

長友エンジンは飛ぶことはなかった。しかし、26年の時を経て、そのメンタリティは手づくりの再使用ロケット実験機へと引き継がれ、1999年3月20日に同じ能代の地で空に浮いた。「税金ではなく個人のお金が集まる宇宙旅行産業こそが宇宙産業全体を活性する」と説いておられた長友先生にとっては、まだまだ歯がゆいことだろう。「エアラインが運航してみたいと思うロケットを早くつくって見せてくれ!」「そんなエンジンじゃエアラインは使ってくれないよ!」。いまだに先生の声が耳の奥で響いている。

(なるお・よしひろ/宇宙航行システム研究系 助手)

長友先生の パフォーマンス

稲谷芳文

今、とても困っています。長友先生の残された書き物をご家族の方と整理していて、大学院での講義ノートをベースに、この追悼号でも書かれている長友先生が始めたいろいろな仕事を十いくつかの章に分けて、それぞれのテーマの意義や先生が取り組んだプロセスや顛末などをまとめた未完の原稿が、私の手元にあります。全体のタイトルは「学問とは真理をめぐる人間関係である」としてあります。生前には、各章ごとに関係の方々に校正を頼んでおられたようです。私も何年前だったか、「乞う訂正」と手書きされた1章分の原稿を渡されていました。「ちゃんと仕上げて出版してくれ」とか何やら先生に言ったように記憶しますが、そのままになっています。先生が亡くなってから何人かの先生に相談すると、これはやはり何かの形で世に出すべきだろうというところまでは意見が一致するのですが、各章の完成度は長友先生の完璧主義的仕上げからは程遠く、どの程度手を入れてよいものやらと悩んでいるところです。

困ったこととは、その第1章が「工学とは」というタイトルだけあって中身がないことです。ここは、以後の各章の総括なのか、「学問とは真理をめぐる……」の解説なのか、もっと深いことを考えていたのか、先生も書けないほどの永遠の課題であるのか。いずれにせよ、本人以外にはちょっと手が出せません。

こんなことを私のような者が書くのは不遜で、その資格もありませんが、先生の書こうとしたことを考えてみます。

理学・工学を問わず一人の人間が閉じて行えること以外、特にビッグサイエンスといわれる宇宙科学や宇宙に関する事業などは、追いかけるべき真理やゴールの設定、またその実現や解決に至るプロセスはすべて複数の人間がかかわる極めて人間的な営みであって、あらゆることは、人間が、およびそれらが構成するグループや組織が、さらには社会との関係においてやるものである。従って、内容の如何にかかわらず、その人間の間の関係において、もしくはその関係の如何によって、物事が進んだり進まなかったり、よいアイデアが実現したりしなかったり、応援されたりつぶされた

り、誰かが頑張って突破したり頑張らなかったり、人をだましたりだまされたり……。そういう図式で物事は考えなさい、ということなんだろうかなあ、と思います（先生、合っていますかね？ そんなチープなことではない、またアホーと言うのでしょうね）。

今の時代、何か事業をやるときに関係する人間全部の範囲で考えよ、とはステークホルダ云々の議論です。プレイヤーのみならず事業の目標設定や実行の効果を定めるに当たってどうのこうの、とはシステムエンジニアリングの基本で、ただの乾いた話です。ここで先生の言ったことは、もうちょっとウェットな、人間同士のドロドロしたことを指しているようにも思っています。第1章の「工学とは」にはこんなことを書くつもりだったのかなあ、などと考えています。

何の折だったか先生は、「My best performance is “non-presence.”だ」とよく言っていました。世の中、自分がいないと物事は動かないとか、最後まで責任を取るのが世のことわりと、その地位に執着したりするのが普通ですが、その反対の極端のような言葉です。多くの長友評は、「物事の初めだけやって、さっさと身を引いて自分は次へ行く」と、ネガティブにもポジティブにもとらえられています。しかし、自分がいないとできない体制をつくるのと、いなくても転がる体制をつくるのと、どちらが簡単でどちらが困難なことか、考えてみれば答えは自明です。“non-presence”というパフォーマンスはなくてやるわけですから、単に陰で操っているとか、種をまいて誰かが育てるといふのとも全然違います。

初めに書いた「学問とは真理をめぐる……」とは、実はこのあたりでつながっていて、non-presenceで物事が思ったように転がればそんな楽なことはないわなあと思うのは間違いで、そうできるために人も含めた必要な手だてを事前に打っておくための最大の努力をする。しかも功利的でなくパッションと人間の魅力で、というのが長友先生の世の中との付き合い方や約束の守り方であって、意識の上か下かは別にして、この辺は尋常でないくらいでした。そういうのがいわゆる「長友流」の正しい理解なのだなあ、と思います。

長友先生は亡くなって本当にnon-presenceになりました。世の中を前に進めるためのあらゆることは我々人間がやるのです。パッションと人のつながりだけで宇宙の仕事をする時代は過ぎたのかも知れませんが、これがなければ何も始まらないのも事実です。我々のパフォーマンスを続けましょう。

（いなたに・よしふみ／宇宙航行システム研究系 教授）

ISASニュース No.317 2007.8 ISSN 0285-2861

発行／独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部
〒229-8510 神奈川県相模原市由野台3-1-1 TEL: 042-759-8008

本ニュースは、インターネット (<http://www.isas.jaxa.jp/>) でもご覧になれます。

デザイン／株式会社デザインコンビニア 制作協力／有限会社フォトンクリエイト

* 本誌は再生紙（古紙100%）、
大豆インキを使用しています。

100
古紙配合率100%再生紙を使用しています

