

計算・構造工学研究室 取材レポート

2021年3月29日
研究室巡り企画 # 07



目次

1. 宇宙特集
 - ・ シミュレーションでささえる宇宙開発
 - ・ 生き方を学ぶ その1
2. 建築特集
 - ・ 解析による建築物への新たな提案
 - ・ 磯部先生紹介
 - ・ 生き方を学ぶ その2

生き方
を学ぶ
その1

シミュレーションで ささえる宇宙開発

未知であふれる宇宙というフロンティア。本記事で特集する計算・構造工学研究室のシミュレーション技術は、これまで数多くの最先端の研究を支えてきた。特に関心を持った二つのプロジェクトについて伺った。

幻想的 光で 彩る宇宙空間 実験モジュール*きぼう での実験の裏側とは

二〇〇九年、筑波大学芸術系の*逢坂卓郎特命教授は「Spiral Top」プロジェクトを発足させた。無重力空間でニッパーを回転させると、途中で急に上下が反転するといった特徴的な動きが観察される。これに着想を得て、ニッパーを模倣した物体に光源を取り付け、その光跡を新しい芸術として楽しむのがこのプロジェクト目標だ。

逢坂特命教授とJAXA（宇宙航空研究開発機構）とで実験を進める中で、一つ問題が発生した。美しく光を描くために必要とされた「上下の反転」という現象が、四本腕の物体ではうまく起こらなかったのだ。改善するためには、高度なシミュレーション技術が必要だった。そこで、逢坂特命教授らは、シミュレーションを専門とする磯部先生に声をかけた。先生は幼少期から宇宙が好きだったこともあり、この研究への協力を快諾した。計算・構造工学研究室では、シミュレーションを繰り返し行い、上下の反転が起こる最適な重りの重さや接合位置を発見した。実際に宇宙空間での実験は

成功し、ISS（国際宇宙ステーション）に滞在する若田光一宇宙飛行士によって美しい光が描かれた。プロジェクトは大いに盛り上がった。

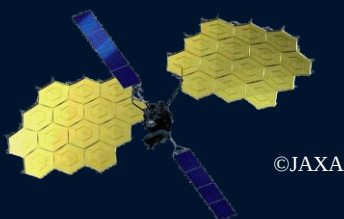


実験に用いたSpiral Top。これを回転して美しい光跡を描いた。

現代を担う通信 衛星の課題にも 立ち向かう

本研究室では、上記プロジェクトのほかにも様々な宇宙開発に関連する研究を行っている。そのひとつが、パラボラアンテナの熱変形抑制に関するものだ。我々は通信衛星のおかげで全国各地でもインターネットに接続できる。例えばJAXAのETS-IIIという衛星は、携帯電話などの電波の送受信を担っている。この衛星のアンテナは宇宙空間を漂っており、太陽光をしか

を受けているところから急に日陰に入ると、温度の差によってわずかに変形する。宇宙空間では約五ミリメートルの変形でも、地球の表面では五十から六十キロメートルのずれとなってしまう。通信に障害が起きてしまう。これを抑えるため、アンテナの金属の部分の長さの比率を変え、かきとどめることができる。このわずかな塩梅をシミュレーションを用いて算出させることで、繊細な通信衛星技術の向上に貢献している。このように、時にはJAXAに技術的に協力し、宇宙開発の一端を担っているのだ。



ETS-IIIのイメージ

様々な分野の人との交流が 自分自身を豊かにする

磯部先生の研究分野は本記事で主に取り上げている建築、宇宙工学にとどまらず、ロボットや機械など、幅広い分野に及んでいる。所属学会が多いと、何かと忙しく負担も大きいのだろうと予想していたが、先生はむしろ楽しんでる。

「様々な分野の人と話すと、やはり雰囲気も違うし、様々な話が聞けてすごく刺激になります。とにかく自分を豊かにするという考え方が大切だと思います。」

そもそも、先生の研究のバックボーンはすべての分野で共通している。シミュレーション技術「ASI-Gauss法」だ。これを多様な物理現象や場面に応用することを研究の主軸としているのだ。多くの人には全然違う分野に見えるかもしれないが、先生にとってはあまり違いがないのだそう。異なる分野の専門家から、自らの研究を様々な見方をされることで知的好奇心も一層くすぐられるのではなからうか。先生自身が楽しんで研究されていることがよく伝わってきた。

注1 きぼう
JAXAが所有する、国際宇宙ステーションを構成する宇宙実験施設のひとつ。

注2 逢坂卓郎特命教授
筑波大学特命教授。日本のライトアートの代表的な存在。二〇〇八年に「きぼう」の代表として、二〇〇八年に国際宇宙ステーション内で芸術実験を実施。

注3 ISS
国際宇宙ステーションの略称。地上から約四〇〇キロメートル上空に建設された巨大な有人実験

施設。地球の周りを回りながら、実験・研究、地球や天体の観測などを行っている。

注4 ETS-III
JAXAが所有する技術試験衛星のひとつ。別名「きく8号」。地球上の通信システムの構築を目的とした人工衛星。東日本大震災の際には被災地にインターネット環境を提供するなど、災害支援に貢献した。二〇一七年一月十日にその役目を終え運用を終了している。

解析による建築物への新たな提案

計算・構造工学研究室では、様々な分野においてシミュレーションを用いた研究を行っている。九・一一同時多発テロの際に起こった世界貿易センタービルの崩壊。東日本大震災が起こった際に問題となった津波漂流物が建物に与える影響。本パートではこの二つについて詳しく伺った。

世界中の人々に大きな衝撃を与えた「アメリカ同時多発テロ事件」。

磯部先生は、この事件で起こった

「世界貿易センタービル（WTC）」の

崩壊に着目した。なぜなら、この

テロ事件が起こる以前は、「高層ビ

ル」というものは、高速の物体が衝突

しても崩壊することはない」と考え

られていたからだ。しかし、実際の

ところ、WTCは航空機の衝突の後、

大規模な火災により、すさまじいス

ピードで崩壊した。当時、この崩壊

現象に大きな衝撃を受けた磯部先生

は、さまざまな原因究明に乗り出した。

磯部先生は「高速な物体が衝突す

る時に生じる衝撃波」に着目した。

独自のシミュレーション技術を使

して、航空機の衝突から高層ビルの

崩壊に至るまでを忠実に再現する解

析を行った。そのシミュレーション

の結果、物体が高速で衝突する時に

起こる衝撃波が高層ビルの柱の継ぎ

手を壊している可能性があるという

ことがわかったのだ。

こうして、確かに「航空機が高層

ビルに衝突する際に生じる衝撃波」

がWTC崩壊の原因の一つだとい

ことが明らかとなった。このことは、

同時多発テロ事件が起こったアメ

リカでも注目を集め、その後の高層

ビルの構造設計に影響を与えた。そ

れまでは高層ビルの柱は一本でつな

がれていたが、柱と柱の間に緩衝

材を入れるなどの工夫がなされるよ

うになった。解析結果が高層ビル設

計の常識を新しく塗り替えたのだ。



磯部大吾郎先生

筑波大学システム情報系構造エネルギー工学域教授。計算力学や構造力学を通して、建築・ロボット・宇宙・機械などの幅広い分野の構造物について解析を行っている。

計算・構造工学研究室

計算工学的・構造工学的見地から構造物の様々な動的・動力学的問題に関する研究を行っている。解析結果を通して、幅広い分野に新たな情報・見地を提供。

恐れるべきは津波だけではない

漂流物が与える建物への影響

二〇一一年三月十一日、日本中を震撼させた東日本大震災。磯部先生もこの災害をきっかけに建物と津波の関係について研究し始めたそう。

普段、我々は「津波が来るのが予想されたら、とにかく海から遠い高台へ逃げろ」と言われることが多いと思う。しかし、「逃げる途中で津波に追いつかれてしまう前に頑丈な建物に避難するほうが良いのではないか」と考えたことがある人もいるだろう。そんな中、磯部先生は次のように忠告する。

「津波はご存じの通り水です。つまり流体なんです。流体という物が引き起こす『流体力』はすさまじい力を持っています。そのため、地震に耐えることができる建物であっても、その後の津波にも耐えるためには、かなり頑丈である必要があるのだ

生き方を学ぶその2

磯部先生は宇宙飛行士を目指していた。高校生の時には宇宙飛行士の募集に応募したが、年齢制限のために体選した。大学生の時には体力をつけるためにアメフトを始めた。しかし、最終的には視力が悪く、飛行士という形で宇宙に飛び立つ夢は途絶えてしまった。それでも宇宙を目指しつづけて、今度は研究者という道を志した。宇宙にかかわる研究テーマを選ばず苦悩したこともあった。それでもいざ目の前のことに夢中になってみると面白い。そして、様々な分野の研究の積み重ねがあつて、今ではたくさんの宇宙にかかわる研究をしているのだ。

夢は宇宙飛行士だった

「置かれた場所で咲く」とは、まさに磯部先生のような生きざまを指すのではないだろうか。そしてただ咲くだけでなく、その傍らで全力で根を伸ばして種を残していく。その先に、大好きな場所で咲くという人生が待っているのだろうか。筆者もこのような意識を常に持ち、目標に向かって目の前のことに全力で取り組もうと決意した。

す。」皆さんも見聞きすることが多いであろう「津波避難ビル」について、磯部先生は次のように説明する。

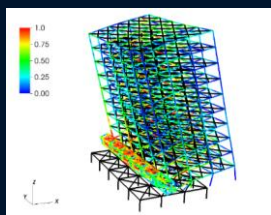
「津波避難ビルは、大きな地震にも津波にも耐えなくてはなりません。しかし、そういった建物設計するのは極めて困難です。例えば津波避難ビルは、低層階の部分が壁がなく柱のみで作られ、高層階に居住スペースが設置されている場合が多いです。しかし、このような設計だと、津波が低層階に流れ込めば、それに伴い漂流物も流れ込んでしまいます。そうすると、漂流物が引っ掛かった柱もろとも押し流して壊してしまう可能性があるのです。」

「津波による漂流物が建物に与える影響」について解析的に研究を行っている。磯部

先生は次のように語る。「実際のところ、地震と津波、漂流物のすべてに耐ええることができない建物の設計は、上手くないと思います。そこで、私の解析結果が何らかの設計の指針を示せたならと思って研究しているところなんです。」

今日も計

算・構造工学研究室では、シミュレーションを用いて解析結果を示すことで、新たな建築の可能性を模索している。



津波避難ビルが崩壊していく過程のシミュレーション画像。