

機械、電気・電子、情報、制御 メカトロニクスの基盤分野を網羅したエンジニアを養成 ～制御と情報通信の融合が創る遠隔力制御技術の研究

東京電機大学は2007年に未来科学部を新設、3学科のひとつであるロボット・メカトロニクス学科が大学で初めて新設されたメカトロニクス専門の学科となった。数学的なデザイン能力とモデリング能力に裏打ちされた技術の習得に、基盤となる機械、電気・電子、情報、制御を総合的に学ぶ。東京千住キャンパス(東京都足立区)を訪ね、2008年から教壇に立つ同学科の特定教授・汐月哲夫氏に研究内容などを伺った。

イノベティブなシステムを生み出せる 技術者を育成

「組込み業界、JASA会員企業には卒業生がたくさんいます」と話す汐月哲夫氏は2008年、未来科学部ロボット・メカトロニクス学科の開設した翌年に教授に就任。以来15年にわたり多くの技術者を育成してきた。

未来科学部は、名のとおり未来社会を担う第一線の技術者となるための技術や知識を深める教育を展開する。学科はほかに建築学科、情報メディア学科があり、それぞれが協働することで、人間を中心に据えた快適な生活空間をデザインする能力の養成を目的とする。ロボット・メカトロニクス学科は、関連理論の講義と演習、ロボット製作実習を通じて、問題解決能力や創造力の養成を含め、イノベティブなシステムを生み出せる技術者を育成する。

大学でメカトロニクス専門学科ができたのは電機大が初めて。耳なじみがないことから、進学の対象とする高校側からは「就職に強い大学と聞いているが、就職先はあるのか?」と生徒の進路を懸念する声もあったようだ。

「ロボット・メカトロニクス学科は機械系のイメージが持たれますが、ひと言でいうとエンジニアリングを学ぶ学科です。当初は“ロボット”の印象から、ロボットクリエイターやデザイナーを養成するところと勘違いされたこともあり。ロボットは伝わりやすさと未来的なイメージを持つものとして付け加えたもので、教育の基盤はあくまでメカトロニクスです」

“制御と通信の融合”を理論から実践まで展開

汐月氏は制御工学・情報通信分野が専門。その融合となる『力と動きをインターネットで伝える技術』を研究テーマとしている。

「通信と制御というリモートコントロールなど遠隔操作がイメージされると思いますが、バイラテラル制御といってそこに触覚や力覚も伝えられる遠隔力制御技術が研究要素です。例えば遠隔で握手したり、綱引きや腕相撲、触診ができるようになる技術です」

こうした実践的研究には、ネットワークとリアルタイム情報処理システムの設計・製作技術が求められる。研究室では電気回路設計や機械加工を含む実験装置の製作、制御プログラムやマン・マシン・インタフェース、ネットワーク構築に関連するソフトウェア開発など、制御系設計の支援ツールの構築を含め、ものづくり技術・ことづくり技術(モデリング、システム解析、制御系設計論など)の研究とともに進めている。

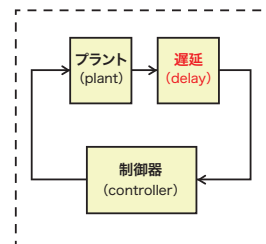
数学が満点なら無条件に合格

「メカとエレクトロニクスは、どちらも2階微分方程式で表せられます。その方程式は、そもそもシステム状態を定義して時間変化を表す関係式の状態方程式で表現できます。状態という概念を中心に、何か入力があったらその入力と状態で出力が決まります。計算機がそれと同じで、計算機の動作原理と電気機械と機械力学系は同じ原理で動いています。その応用が制御工学です。制御工学と電気と機械とコンピュータ、これが本学科におけるメカトロニクスの定義になります」

“方程式”というワードが出たように、数学の知識は非常に重要だという。「受験生は数学で満点を取ったら、それ以外の科目はどうであれ無条件に合格です」というほどだ。

「数学は語学であり考えるための道具。つまり数式が考えてくれる」ものだとする汐月氏。数式を用いると仮説を解析するシミュレーションができ、考える条件を出し続け

時間遅延に対するロバスト性



【時間遅延を持つプラント】

ロバスト制御理論を用いることで、フィードバックループ内の時間遅延が原因で起こる不安定さが回避できる

SHIOTSUKI TETSUO

特定教授 汐月 哲夫氏

東京電機大学 未来科学部ロボット・メカトロニクス学科



ることで最適解にたどり着ける。特に自動車分野でトレンドとなってきたモデルベース開発(MBD)に通じる。「数式は天才的な頭脳を持つ人の知恵から生まれたもの。数式を用いることは天才の脳を借りて思考することです」とは言い得て妙だ。

技術者に必要な「抽象化」「具現化」

スキルとは

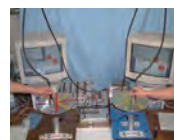
技術者に求められる能力としては、抽象化力と具現化力が欠かせないとする。抽象化力は、一見すると関係がないようなふたつの物事から関連性を見つけ出し結びつけて考える能力。具現化力は逆に、漠然とした物事をはっきりとした形にすること。

「ものづくりでいえば、抽象的なものを形にして動くものをつくるのが具現化力。形になっているものから共通点に着目するのが抽象化力で、例えば飛行機の製造に使ったこの技術は医療機械のこの機能に活用できるというように“同じ”という点を見いだすことです。その2つの能力を行き来するようにどちらも実行できることが重要です」

数学はその抽象化力のスキルアップにも必要だという。抽象化レベルの数学はいろいろ

研究概要: コンピュータネットワークを介して運動や力を伝達する双方向遠隔操作システムの構成には、その伝達遅延のために不安定現象が起きる。ムダ時間を含むフィードバック制御系の安定化問題と呼ばれ、古くから研究されているこの厄介な問題の解決に、ロバスト制御理論(*)を用い、実用化に耐えうる安定なシステム構築を目指す研究をおこなっている。

(*)モデルに含まれる不確かさを許容し、粗い近似モデルに基づく制御でも性能が保証できるような配慮を加えた制御



ろあり、数を文字で表現することによって未知数を求めることを目的とした抽象代数学も注目されている。

“ゲームソフトの制作に微分方程式が必要になった”という理由で、再入学してくる人もいるという。「気づいたときが始めるときですから、何歳だろうが年齢は関係ありません。実際アフター5に数学の勉強会を開いているプログラミング会社もあります。そうした勉強会をぜひJASAでも率先して催していただきたいと思います」

組込み技術をバックグラウンドに

テーマ研究を実践

東京工業大学に進んで電気工学、機械工学を学び、1983年からの25年間は熊本大学で教壇に立ち、制御工学の理論から応用

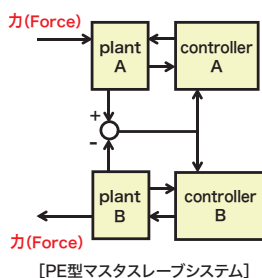
まで研究を続けてきた。

「社会はインターネットに向かっていった時期で、無線からマイコンの時代に移行し、大学では情報化教育が重要になってきました。私も制御教育と、情報化とコンピュータ教育の2足わらじの状態でしたが、掛け持ちは難しく研究テーマを制御と情報通信の融合に変えました。ただ、インターネットはリアルタイム性が保証されないプラットフォームで、逆にリアルタイム性を要求するアプリケーションを制御できるのかと。動かない、無理だ、という風潮のなか、ムダ時間があってもある程度パフォーマンスは保てるというロバスト制御理論をインプリメントすればできるだろうと、実際につくって動画に収め“ほら、できるでしょ”とデモンストレーションしていたのが私のメインの仕事でした」

その際のバックグラウンドとなったのが組込み技術で、知識やスキルを得ていったという。ETロボコンの前身となるUMLの普及を目的としたロボットコンテストにも参加し続けるなど、組込み業界との関わりも深い。

これから組込み技術分野に向かおうとする学生には、抽象化力のスキルアップを望む。「10あるうちの1でも2でもいいので、どうすれば身につくか、まずその意識を持つてみる。素材としてはUMLを学んでみるのも良い。UMLで書いたらこうなるよねと得るのはあると思います」とメッセージをいただいた。

コンピュータネットワークを介した触覚の伝達



PE型マスタスレーブ制御システムは、コンピュータネットワークを介して触覚情報を伝達するための有効な制御手法のひとつ