

山梨中央銀行は、大学等の研究機関が保有する技術シーズと企業ニーズを結びつけ、新技術の開発や新規事業の創出を支援するリエゾン（橋渡し）活動に取り組んでいます。

本レポートでは、山梨大学の先生とその研究内容を紹介していきます。本レポートが、中小企業のみなさまが抱える経営課題の解決や新産業創出の“ヒント”となり、ビジネスチャンスにつながればと考えております。

<第35回>



測ることへの挑戦！
～アナログからデジタルへ～

小川 覚美 先生（教育人間科学部 技術教育講座 教育学研究科 准教授）

■ どのような分野の研究をされていますか？

「電気信号でとらえたアナログ現象をデジタル信号処理するまでの橋渡しをするアナログ電子回路についての研究」を行っています。現在、様々な電子機器等で行われている信号処理はデジタルが主流ですが、温度、光、水の流れといった自然現象はアナログであるため、アナログ信号処理がどうしても必要になります。

体温計を例に説明します。水銀体温計は先端部分に水銀が溜まっていて、体温により、その水銀が膨張し体積が増えガラス管を上がっていきます。つまり、水銀体温計は、水銀の膨張の度合いに合わせて目盛を振ることによって、体温を「〇〇度」と数値化（デジタル化）しています。私は、世の中の物理量を電気信号に変換し、その電気信号を小型かつ高速・高精度で処理可能な電子回路・集積回路にする研究を行っています。電子体温計の中にはこの技術が入っています。温度という物理量をデジタル信号に変換するまでの間を研究しているというイメージです。

■ センサについて教えてください。

センサとは、上述した「物理量を電気信号に変換するもの」で、人間の感覚に代わり温度、光等を電気信号に変換して検知する装置ですが、「世の中のものを測るということの一つの手段」という風に考えてもらえればわかりやすいと思います。「温度は何度か？」、「色は何色か？」、「明るさはどのくらいか？」など、測ることができるものを電気信号に変える、その機能がここでいうセンサの役割です。

■「差動容量型センサ」とは何ですか？

センサの中の一つに容量型センサというものがあります。容量という一つの物理的定義を利用して、物理量を電気信号に変換できます。通常の「容量型センサ」とは2枚の金属の板（電極）が平行に向かい合った構造のキャパシタ（コンデンサ）※1を想像してください。物理量の変化によって、その電極間の距離、あるいは、対向する電極面積が変わると容量が変わり、その変化を電気信号として取り出すことができます。分かりやすい例を示しますと、この向かい合った金属の板の片方を固定して、他の板を叩いて見ましょう。叩かれた板はビリビリ振動しますから2枚の板の間が変化します。声で空気を振動させても同じですので、この変化を電気信号で取り出したものが、いわゆるマイクロフォンとなります。マイクロフォンとは、音を電気に変換するセンサなのです。

※1 キャパシタ（コンデンサ）…電気の導体に多量の電荷を蓄積させる装置

さて、「差動容量型センサ」とは3枚の電極が平行に向かい合ったものを想像してください。その中の1枚の電極を共通電極とすると2つのキャパシタのような構造をつくることができますが、それが差動容量型センサです。

共通電極が動くことによって、どちらかの容量が増え、もう一方は減少します。つまり、物理量の変化によって、容量差が変化するという仕組みです（図1）。

差動容量型センサで検知できる代表的な物理量は加速度、圧力、回転角度などです。

このような物理量を差動容量型センサで電気信号に変換し、電圧信号として取り出すための電子回路について研究しています。

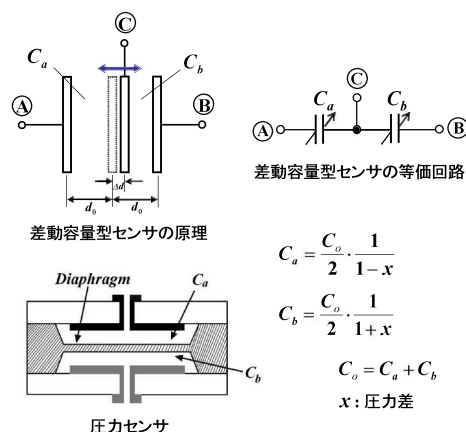


図1. 差動容量型センサ

■「スイッチドキャパシタ技術（回路）」とはどのようなものですか？

差動容量型センサの信号処理には、スイッチドキャパシタ技術（回路）を用いています（図2）。この回路はキャパシタ（コンデンサ）とスイッチを組み合わせで作られる電子回路です（図3）。

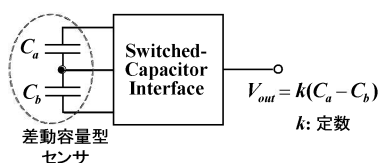


図2. 差動容量型センサのインターフェース

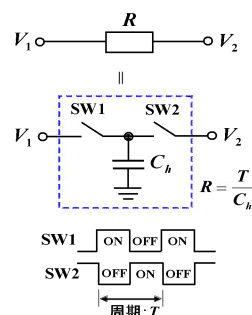


図3. スイッチドキャパシタ回路

スイッチドキャパシタ回路が出てきた背景は抵抗器（電気を流れにくくする装置）を集積しICチップを作ろうとすると、チップ面積が大きくなってしまいます。抵抗器は発熱するので、小さくしてしまうと放熱ができなくて燃えてしまいます。そこで抵抗器に変わるものを小さく作れるようにならないかと考えられたのがスイッチドキャパシタ回路です。

また、正確な値の抵抗器が必要となるため、抵抗器を用いて高精度の電子回路をつくることは難しいのですが、スイッチドキャパシタ回路では、高精度の電子回路を、キャパシタ（コンデンサ）の容量値ではなく、容量比を合わせることによってつくることができます。容量比を合わせることは集積回路では比較的簡単にできますので、スイッチドキャパシタ回路は集積化に適した回路ということができます。

■研究内容はどのような分野に应用が見込まれるでしょうか？

この技術は自動車業界や家電業界をはじめとして「測れるもの」があれば全ての分野に活用できます。今後、期待できる分野としてはヘルスケアが挙げられます。ヘルスケア、つまり血圧や脈拍といった生体信号をとる分野に应用が見込まれます。現在、実際に腕時計型やバンドエイドのように貼り付けておくことで、様々な生体信号を取り続ける技術についての研究がなされてきています。その信号を無線で送ることで、医療現場において活用できるのではないかと考えています。このような用途では、外から電源供給を行うことができないため、電池で長時間動かす必要がでてきます。そこで現在は「いかに電池が長く使えるか」つまり「いかに消費電力を減らせるか」という回路の研究も行っているところです。

今後、高齢化に伴う介護社会に向け、老人ケアの少人数化や正確さが求められていく中で、こういった分野に技術のメスを入れていく方向になっていくのではないのでしょうか。

■今後、研究を進めていく上での課題は何かありますか？

集積回路の分野では微細化が進み、回路素子をどんどん小さく作ることができるようになってきています。その反面、回路を動かすために必要な電源電圧は低くなり、アナログ回路も低電圧で動かす必要がでてきました。低電圧動作によって、周囲のノイズの影響、また、アナログ回路の中で発生する誤差の影響を受けやすくなります。これらの問題を回路的に解決する必要があります。

また、ポータブル機器で使うためには、消費電力も大きな問題です。回路の速度、精度を低下させることなく、いかに低消費電力化していくかを考える必要もあります。

■企業に期待することや企業と連携・協力していくことはありますか？

このような分野では用途にあわせて最適な回路を設計する必要があります。企業からこういうものが必要だという依頼があれば、その方法についてアドバイスをしていけると思います。どのようなアナログ電子回路、アナログ集積回路の設計が適しているのかといった相談、またセンサはあるが、信号処理回路の設計をどうすればよいのかといった相談もお受けできと思っています。

今後、この技術は医療や環境分野に大いに貢献できると確信していますので、企業ニーズに柔軟に応えられるよう技術支援や技術協力を行っていきたいと考えています。

“アナログ電子回路や集積回路”などについてご相談がある方は、
山梨中央銀行 営業統括部 公務・法人推進室

TEL: 055-224-1091 まで、お気軽にご連絡・ご相談ください。