

訪問日 2017年8月3日

龍谷大学 理工学部 電子情報学科 木村 睦 教授

研究題名：セルラニューラルネットワークの超低消費電力化を目指したキャパシタ型シナプスの研究

研究紹介文にもとづき、助成対象となったご研究の詳細を伺いました（図1）。

以下は主な質疑応答です。

ご研究を始めた契機はなんですか？

昨今、人工知能や自動運転など、ICTの世界では人の領域に踏み込んだ検討が盛んにおこなわれています。一方であまり話題にならないのが、大きさや、それらを動かすためのエネルギーです。人の体はよくできていて、コンピュータにとって複雑な計算も比較的消費エネルギーで行われます（図2）。例えば、先日碁の世界で人に勝った人工知能は12,000人分のエネルギーを消費するといわれています。近頃ではチェスや将棋の勝敗の結果に見られるように、一部で人を凌駕する計算結果が出ています。ただ、必要な計算機は、場所をとり、消費エネルギー量が多いのが課題と言えます。人工知能を如何にコンパクトにし、低消費電力で駆動するかということは、将来社会の課題と言えます。その課題を解決したいとの思いでこの研究を始めました。

ご研究の独創性を改めてお伺いします

複雑な計算を、人間の脳を模したしくみで行う取り組みが盛んに行われています。そのしくみはニューラルネットワークと呼ばれており、脳の細胞にあたる部分（ニューロン）とそれらをつなぐ部分（シナプス）で構成されています。人に近づけようとすればするほど、構成が複雑になり、必要な消費エネルギー量は指数関数的に増えます。その理由はシナプスにあたる回路に抵抗型シナプスと呼ばれる、電流を流すことで状態を伝達する仕組みが一般的に用いられているからと言えます。そこで、電流以外のもので状態を伝達できないかと考え、蓄電器（キャパシタ）を用いて同じような回路（キャパシタ型シナプス）を構成することを考案しました。原理実験の結果では消費電力削減と動作が確認できました。

研究者を志したきっかけを教えてください

1990年ごろ、液晶ディスプレイを見たときに自分でも作ってみたいと思い、薄膜デバイスの研究を始めたのがきっかけです。今ではテレビといえば液晶が一般的ですが、ブラウン管全盛の当時は、その形や大きさ、色までもがすべて新鮮に感じられました。

研究活動の面白さは何ですか？

頭に浮かんだアイデアをその場で試すことでしょうか。考えたことをまず試して思い通りに動くと楽しいです。

後進の方に伝えたいことは何ですか？

『手に職をつけること』が重要かと思います。といいますのは、一つ何か、得意なことを身に着ける。そこから少しずつ関連する分野や技術を習得していく。さらにその先のこと、といったように、自分でできることを少しずつ増やしていくと、試したいことが簡単に適切なタイミングで行えるようになります。また周りの人たちとの『つながり』も大切だと思います。例えば、試したいことを実行できる技術を持った人を知っているだけで、自分にとっての可能性が広がります。違った目線で同じ現象を見る人の意見が、次のアイデアにつながることもよくあります。

後記

材料屋からみれば、情報分野というあまりなじみのない分野で、得意の技術を活かそうというご研究には、興奮するような啓発を受けました。物事が細分化され専門化されていく昨今、木村睦先生のように、ハードウェアの設計からそのうえで動作するソフトウェアまで、幅広くこなせる先生は減ってきているかもしれません。境界を越え幅広い分野のことを俯瞰的にみられる先生だからこそ、ユニークな回路とそこで動くロジックが実現できるのだと、『手に職をつけること』とおっしゃられた意味を改めて噛みしめました。先生のご研究への熱意を示すエピソードとして、夏休みの小学生を対象とした科学講座も担当されることがあるとのお話も伺いました。先生のお話からは、様々な機会から課題解決のヒントを探し出そうとされている姿勢を伺うことができました。木村先生のご研究が早期に実現し、人工知能が身近なところで活かされることを期待しています。

(技術部長 鳥越昭彦)



図 1: 右から二人目が木村睦先生

	ソフトウェア型人工知能 (従来例)	ハードウェア型人工知能 (従来例)	脳型システム (当面の目標)	脳型システム (将来の目標)	脳
エレメント	メモリ 15TB= 1.5×10^{13} B	ニューロン $100万 = 1 \times 10^8$ シナプス 3億= 3×10^8	抵抗型 シナプス	キャパシタ型 シナプス 2×10^{14}	ニューロン $200億 = 2 \times 10^{10}$ シナプス $200億 \times 1万 = 200兆 = 2 \times 10^{14}$
全体消費エネルギー	85kW	300mW		$100fW \times 2 \times 10^{14} = 20W$	20W
エレメントあたりエネルギー		$0.3W / 3 \times 10^8 = 10^{-9} = 1nW$	$1.8V \times 1nA = 1.8nW$	$0.1V \times 1fC \times 1kHz = 100fW$	$20W / 2 \times 10^{14} = 10^{-13} = 100fW$
エレメントあたり大きさ				$1\mu m^3$	1.5ℓ
全体大きさ	冷蔵庫10台	数CPU		$1\mu m^3 \times 2 \times 10^{14} = 0.2ℓ$	1.5ℓ

図 2: 人工知能と人間の脳の比較

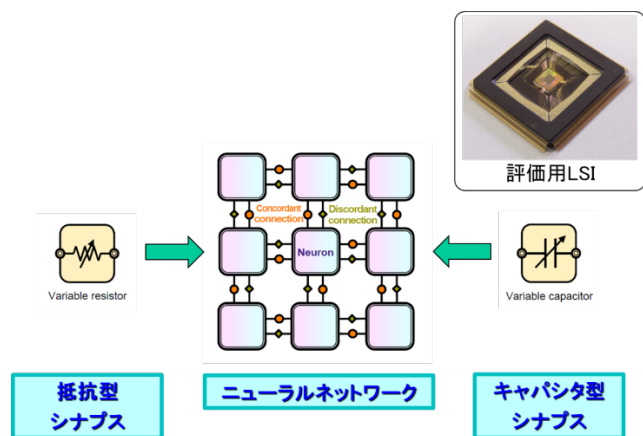


図 3: 抵抗型シナプスとキャパシタ型シナプスの比較