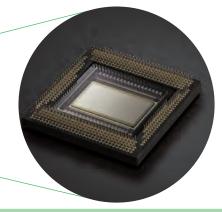


1000万分の1秒の世界をとらえる

未知の領域を撮影する超高速度ビデオカメラを開発

例えば、航空機の軽量化に必要な強化プラスチック材料試験において、材料破断の現象は100万分の1秒よりも短い時間で起きるため、従来の 高速度ビデオカメラではその瞬間をとらえることができなかった。しかし、東北大学と株式会社島津製作所が共同開発した超高速度ビデオカメ ラならば、そのプロセスを鮮明に記録することができる。今まで誰も見たことがなかった1000万分の1秒の世界を可視化できたことで、科学 技術の進化に多大な貢献をすることが期待される。





新開発の高速CMOSイメージセンサ(上)の搭載によ り、世界で初めて1000万コマ/秒の超高速連続撮影を 実現したビデオカメラ 「Hyper Vision HPV-X |。

1000万コマ/秒の超高速撮影を 可能にしたCMOSセンサ

島津製作所では、100万分の1秒をとらえ る驚くべき高速度ビデオカメラを2005年に 製品化していた。これは、衝撃波、破壊、発 光、放電など、一瞬で起きる物理現象を科 学的に解明するために使われるものだが、 科学技術のたゆまぬ進歩は更に高性能な力 メラを求めてきた。そのため、同社ではより 高速撮影が可能なビデオカメラの開発をス タートさせた。プロジェクトを任された同社 分析計測事業部の近藤泰志課長は、最初、 カメラの撮像素子であるCCDイメージセン サの性能向上を考えたが、撮影スピードを 上げようとするほど大量の熱が発生し、高 熱によりセンサ自体が壊れてしまうという 壁にぶつかってしまった。

そこで07年5月、近藤さんは知人から紹 介された東北大学大学院工学研究科の須 川成利教授を訪ね、解決策を相談した。須 川さんはカメラメーカーで撮像素子の開発 を行っていた経歴があり、デジタル一眼レフ カメラに世界で初めてCMOSイメージセン サを搭載するなど、CMOSセンサの画質を 高める研究領域の第一人者だ。

出会いから1か月後、再び東北大学を訪ね た近藤さんは、須川さんから目の前の霧が 一気に晴れるような言葉を聞いた。

「毎秒1000万コマを超える撮影が可能な イメージセンサを作れます。それも、うまく いけば冷却の必要がなく、非常にコンパクト なものになりますし

提案されたのは、超高速度撮影を可能に する新しいCMOSイメージセンサのアイデ



株式会社島津製作所分析計測事業部 課長 近藤泰志さん。

アだった。従来製品で採用していたCCDは、 高い画質を得ることができるものの、電荷 をバケツリレーのように転送するため消費 電力が大きい。一方、CMOSはこれまで画 質の低さが問題とされてきたが電荷をその 場で電圧に変換するため、省電力で発熱が 少なく、しかもコンパクト化できるという特 長を持っている。 CMOSセンサの高画質化 を実現させてきた須川さんは、わずか1か月 で、超高速ビデオカメラ用に新しいCMOS センサの設計図を作り上げていた。

こうして、東北大学と島津製作所は超高 速度ビデオカメラ開発の共同プロジェクト を発進させることになった。途中、東日本大 震災で東北大学の研究室が被災するという 困難もあったが、12年9月、5年間という短 期間で、世界で初めて1000万コマ/秒を撮 影できる「Hyper Vision HPV-X」(以下 HPV-X) を製品化することができたのだ。

100万コマから1000万コマへの 進化が切り開く新世界

100万分の1秒から日常の世界では想像も つかない1000万分の1秒への進化。単純計

■HPV-Xがとらえた1000万コマ/秒の世界











μs ②6μs

410μs **5**12μs

●HPV-X (1000万コマ/秒)



●従来のカメラ (100万コマ/秒)

HPV-Xによって 見えるようになった世界



1フレーム 2フレーム (1000万コマ/秒の11フレーム目に相当)

上はHPV-Xによる1000万コマ/秒の撮影画像。高速飛翔体の衝突によってガラスが破壊され、亀裂が入る過程を明瞭に観察することができる。下は従来の100万コマ/秒との比較。HPV-Xによってこれまで見ることができなかった世界(2~10フレーム)が見られるようになった。

算すると、HPV-Xは、従来の100万コマ/秒のカメラが撮影したコマとコマの間に、9コマの画像をはさみ込むことができるため、今まで見ることができなかった超高速現象も確実にとらえられる。では、その違いから生み出される新たな可能性とは何だろう。

例えば、ガラスが割れる瞬間、亀裂が入るのは秒速1kmもの猛スピードだが、1000万コマ/秒の映像では超スローモーションで見ることができる。微小の変化が連続した画像で鮮明にわかるのだ。こうした映像を分析することで、スマートフォンやタブレット端末に使われるガラスの強度を上げる技術へ応用できるという。

あるいは、航空機や自動車のボディなどのCFRP(炭素繊維強化プラスチック)。従来の金属や樹脂材料なら、大きな力を加えていくと変形してから壊れるのだが、CFRPの場合は力が加わると前兆もなく突然破断する。その壊れていく様子は今まで誰も見ることができなかったが、1000万コマ/秒の映像で、初めて崩壊のプロセスをとらえることができたのだ。これにより、材料の作り方、接着剤、成形方法によって全く強度が変わることがわかってきた。まさに、次世代を担うCFRPの基礎研究に欠かせないデータが得られるようになったのだ。

そのほかにも、内燃機関の燃料噴射、プリンターのインクジェット噴霧、医学分野や宇宙開発など、HPV-Xがとらえる映像が可能性を切り開いていく科学領域は多岐にわたる。

「今まで測定できなかったもの、見えなかったものが可視化できた時、科学技術は 桁違いに伸びていくのです」と須川さん。

誰も見たことがないから価値がある。研究 者も全く想像していなかった、シミュレーションとは異なる真実の光景が、革新的な技術 や製品を生み出す原動力となっていくのだ。

エンジニアが大学で 一緒に半導体を設計

HPV-Xは、大学等で生まれた研究成果の実用化を目指す、JSTの技術移転支援プログラムであるA-STEPの支援を受けて開発された。

「センサの設計と試作には多額の費用がかかるので、この機会を生かして研究を大きく前進させることができました」(近藤さん)

開発に当たっては、島津製作所から二人 のエンジニアが東北大学へ派遣され、須川 さんの指導を受けながら、学生たちと一緒 に半導体の設計から携わった。これには理 由がある。

「大学から企業への技術移転により、社会 に広く貢献できる製品を世に送り出すこと



東北大学大学院工学研究科 教授 須川成利さん。

が本プロジェクトの大きな目標です。自社製品として責任ある開発体制を築いてもらうためにも、キーパーツである半導体を彼らに一から設計できる能力を身に付けてもらうことにしたのです。今では二人共半導体

設計の第一人者ですよ」と須川さん。こうしてプロジェクトは順調に進み、6か月間で製品バージョンの半導体設計を終えることができた。

ユーザーのニーズを つなげていきたい

「須川さんと会う前は、イメージセンサの発熱の問題を解決するのはもう無理かなという思いを抱きながら、解決策を探して全国をさまよっていました」と、当時を振り返って苦笑する近藤さん。しかし、幸いなことに、大学が持っていたCMOS技術というシーズと、企業が抱えていた超高速度カメラというニーズが出会うことで、画期的な新製品が誕生した。

開発した須川さん自身も、このカメラで1000万分の1秒という超高速現象を初めて見た時、身震いがする程の迫力を覚えたという。「どんな分野で活用されていくのか、想像するだけでワクワクします」と新技術の未来に目を輝かせる。

また、近藤さんも抱負を語る。

「使い道はユーザーに教えてもらうことが 多いのです。これからは誕生したばかりのこ の技術を、いかに多くのお客様のニーズとつ なげていくかが私たちの仕事です」

HPV-Xというシーズは、今後さまざまな領域の研究ニーズと結び付いていくだろう。 そこからどんな科学の発展が見られるのか、 その瞬間に期待は膨らむばかりだ。

株式会社 島津製作所

(本社:京都市中京区西ノ京桑原町1番地)

設立: 1875年3月

事業内容:分析・計測機器、医用機器、航空機器、 産業機器の製造・販売