

## 高速デジタイザにより、セルソーティングのブレークスルーが可能

### 東京大学は世界初の高スループット画像ベースのセルソーターを作成

#### はじめに：

細胞選別は、分子生物学、病理学、免疫学、ウイルス学の研究において基本的な役割を果たします。独自の化学的特徴と形状に基づいて、セルを迅速に検索して整理する機能が必要です。従来の方法では、これらの違いを明らかにするのが制限されているか、労力や時間がかかりすぎるため、速度と精度のトレードオフが必要でした。

東京大学の化学科は、SPECTRUM 製デジタイザ

(A/D ボード) を中心にしたインテリジェントな画像活性化セルソーター (IACS) を開発しました。これ

は、これまでにないスループットと精度で細胞を処理

できる世界初の高スループットの画像ベースの細胞分類技術です。この技術は非常に汎用性が高く、生物学的、薬学、医学、特に癌性細胞と非癌性細胞のわずかな違いを分類できる癌における機械ベースの科学的発見を可能にすることが期待されています。



Figure 1 細胞選別は、分子生物学、病理学、免疫学、ウイルス学の研究で基本的な役割を果たします

#### リアルタイムマシンインテリジェンスのソート方法：

IACS は、リアルタイムのマシンインテリジェンステクノロジーを使用して、まったく新しいデータ管理インフラストラクチャを提供し、これまでにない速度でセルを正確にソートできるようにします。IACS は、高スループットのセルイメージング、セルフォーカシング、およびセルソートを、独自のソフトウェア-ハードウェアデータ管理インフラストラクチャと組み合わせます。

光学、マイクロ流体、エレクトロニクス、メカニクス、データ処理など、さまざまなテクノロジーを利用しています。このシステムは柔軟でスケラブルであり、データ取得、データ処理、意思決定、およびソート操作のためのリアルタイムの自動操作も提供します。実際、複雑な学習アルゴリズムを使用する場合でも、完全なプロセスはセルあたりわずか 32 ms で実行されます。

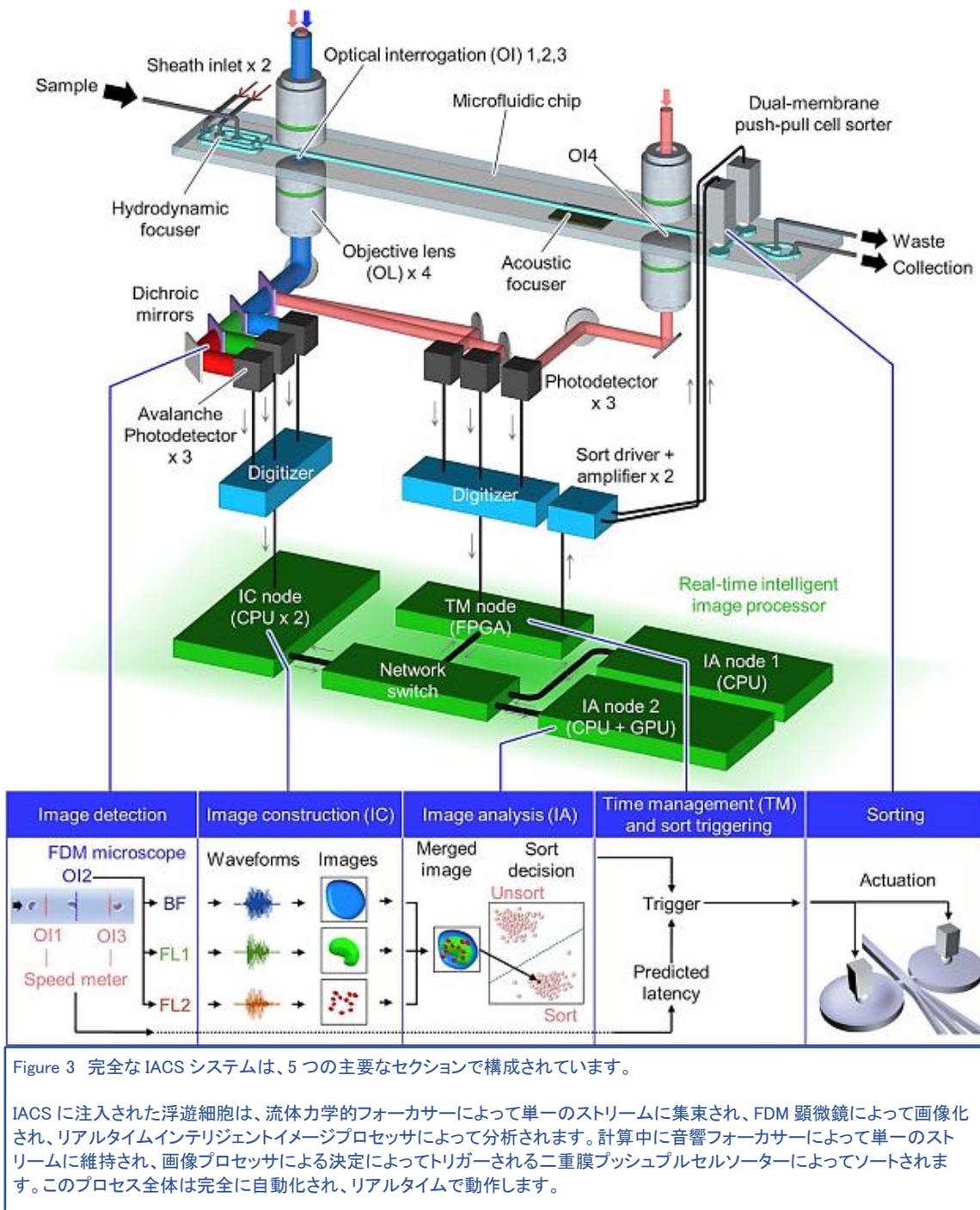


Figure 2 M4i.2212-x8 デジタイザは、最大 1.25GS/s のサンプリングレートで 4 チャンネル同時に信号をサンプリングし、取得したデータを最大 3.4GB/s の高速 PCIe バスで転送できます

IACS セットアップの重要な部分は、画像構築を扱うセクションです。ここでは、大学でも開発された周波数分割多重 (FDM) 顕微鏡が採用されています。FDM 顕微鏡は、1m/s で流れる細胞の連続、高速、ぼけのない、高感度の明視野および 2 色蛍光画像の取得が可能のため重要です。これは、1 秒あたり最大 100 セルのシステムの画期的な処理速度を達成するために必要です。

### FDM からのフォトダイオードデータの取得 :

この超高速セルソーティングのもう 1 つの鍵は、FDM のアバランシェフォトダイオードからの信号を取得することです。これは、1.25GS/s のサンプリングレートで動作する Spectrum 製 M4i.2212-x8 A/D ボード (Figure 2) に信号を渡すことで実行されます。取得したデータは、カードの高速 PCIe バスを介して PC に転送され、デジタル化された波形に含まれる空間プロファイルを分離できます。デジタイザ (A/D ボード) の高速 PCIe インターフェイスにより、このプロセスを高いイベントレートで継続的に実行できます。分離プロセスでは、フーリエ変換を実行して、各信号の個別の変調周波数を明らかにすることにより、周波数領域で作業する必要があります。



### IACS セルソーティングシステム :

画像の構築が完了すると、結果は 10Gb イーサネットを使用して、IACS の画像分析および時間管理段階に転送されます。ここでは、フィールドプログラマブルゲートアレイ (FPGA)、3つのCPU、グラフィックス処理装置 (GPU)、およびネットワークスイッチがすべて組み合わせられて、ニューラルネットワークでディープラーニング技術を使用して必要な画像処理と意思決定を実行します。

「これは、当社の超高速デジタイザカード（A/D ボード）が、画像認識システムが画像を取得して処理し、高速で正確なシステムへの要求を満たすために重要な役割を果たすことができる例です」と Spectrum Instrumentation の CTO、Oliver Rovini 氏は説明します。「システム設計者は、リアルタイムで画像を処理するソリューションを作成したいと考えており、当社の超高速デジタイザは、このようなアプリケーションからファクトリオートメーションやプロセス制御まで可能にします。」

東京大学 化学科：

東京大学化学科は、日本とアメリカ合衆国の両方からの研究所と組織の大規模なコンソーシアムの一部であり、インテリジェントなセル検索エンジンの開発に関する基礎研究を行っています。



## Spectrum Instrumentation 社について

Spectrum 社は、Spectrum Systementwicklung Microelectronic GmbH として 1989 年に設立され、2017 年に Spectrum Instrumentation GmbH に改名されました。最も一般的な業界標準（PCIe、LXI、PXIe）で 500 を超えるデジタイザおよびジェネレータ製品を作成するモジュール設計のパイオニアです。これら高性能の PC ベースのテスト&メジャーメントデザインは、電子信号の取得・生成および解析に使用されます。同社はドイツの Grosshansdorf に本社を置き、幅広い販売ネットワークを通じて世界中に製品を販売し、設計エンジニアによる優れたサポートを提供しています。Spectrum 社の詳細については、[www.spectrum-instrumentation.com](http://www.spectrum-instrumentation.com) を参照してください。