

Spectrum 社のデジタイザは無数のクリーンエネルギー用の核融合炉に使用されています

わずか 2 マイクロ秒しかかからない 2.5 MJ の複雑な核融合発射の制御に使用

はじめに：

核融合は長い間、エネルギー生成の最終目標と見なされてきました。重水素とトリチウム原子と一緒に粉砕すると、それらが結合しエネルギーが放出されます。これが太陽の中心で起こる核融合反応です。核融合は危険な廃棄物がなく、海水からこれらの原子が事実上無限に供給されているため、核融合研究に数十億ドルが費やされています。ただし、地球上で温度と圧力の極端な条件を再現することは容易ではありません。First Light Fusion (FLF) と呼ばれる英国の会社は核融合への非常に異なるアプローチの先駆者であり、2024 年までにフュージョンゲインを達成することを目標にしています。核融合に必要な条件を達成するために、非常に高いレベルの精度を必要とする目標で超高速に発射体を発射し、結果を監視するために Spectrum 製のデジタイザ (A/D ボード) を選択しました。



Figure 1 Machine 3 192 個のコンデンサに囲まれた真空チャンバー

Machine 3 は 200 kJ の運動エネルギーを発射します：

FLF 社の Machine 3 は、発射体を電磁的に発射するように構成されており、実験が行われる中央の真空チャンバーの周囲に放射状に配置された 6 つのバンクのコンデンサで構成されています。コンデンサは 1 分間で 200,000 ボルトまで充電され、蓄積された電気エネルギーは 2 マイクロ秒未満で放電されます。これにより最大 1400 万アンペアの強力な磁場が生成され、発射体が毎秒 20 km に近い速度で中心に発射し、200 kJ の運動エネルギーが供給されます。FLF は昨年 3 本のリムの発火をテスト後、現在 6 本のリムのフルマシンの試運転に成功し、科学実験を開始しました。各放電は、500 回の同時落雷に相当します。放電ごとに合計 2.5 MJ が使用されたこれまでの進捗により、2024 年までにフュージョンゲインを達成する確信が得られました。

FLF 社の Pulsed Power 責任者である Paul Holligan 氏は次のように説明しました。「私たちは、核融合を達成しようとしている他の組織とは異なる別のアプローチがあります。レーザーや強力な磁場は使用していませんが、これらは非常に複雑でコストのかかるものです。ドライバ技術としてパルス電力を選択することで、この分野のコストと複雑さを削減しました。実際には、ターゲットの設計と形状を完成させることが課題です。ここで独自の IP を確立し、シミュレーションおよびモデリング機能を開発しています。これは新しい科学の段階です。それを超えて、現実的な時間枠内でシンプルかつ安価なクリーンエネルギーを達成するためのパスを明確に見ることができます。私たちは、子供たちが継承する価値のある世界に力を与えたいと思っています。」



Figure 2 2 台の 19 インチ PC システムに 32 枚のデジタイザカードを備えた Spectrum 製の 256 チャンネルシステム

256ch のデジタイザ (A/D ボード) がマシン診断を取得 :

この設計の課題の 1 つは、ナノ秒レベルの精度が必要な 6 つすべてのリムの発火の同時性を保証することです。電気エネルギーは、ペアで配置された 192 個のコンデンサに保存され、96 個のペアのそれぞれは電圧を抑え、関与する巨大な電流を転送できる特注のスイッチによって制御されます。発射後、Spectrum 製 M2i.4912-exp デジタイザ (A/D ボード) を使用して各コンデンサから数百の機械診断を取得し、10MS/s (100ns 時間間隔) のサンプリングレートで電流と電圧の読み取り値をカバーするリム内の多数のプロープと共に切り替えます。32 枚のカードは、Spectrum 社の Star-Hub 機能を使用して 16 枚の 2 つのバンクにリンクされ、256ch の全入力チャンネルで同期性を確保します。この構成により、将来必要に応じて追加チャンネルを柔軟に拡張できます。

「この同期機能は、Spectrum 社を選択した重要な理由でした。」と Paul Holligan 氏は付け加えました。「すべてがナノ秒単位で発生するため、発射とデータ収集の精度が最も重要です。発射するたびに貴重なデータが提供され、そのデータの品質に自信を持っていることから、この機器からエラーが発生する可能性はありません。他のサプライヤからの提案も検討しましたが、それらは私たちが必要とするものに対して非常に過剰スペックで、それに匹敵する莫大な価格で、または必要な要件を提供できませんでした。Spectrum 社のソリューション提案の細部への注意に非常に感銘を

受け、機器が私達の仕様に完全に適合することを確認しました。また、価格は競争力があつたため、当然の選択でした。」

慣性閉じ込め核融合：

FLF 社の創始者の 1 人は、ピストルシュリンプに触発され、それは爪の 1 つをクリックして水中に空洞を作りプラズマが爆発して熱を発生させ、その結果獲物を驚かす衝撃波が発生するものです。崩壊の正確なメカニ



Figure 3 核融合が行われる真空チャンバー

ズムは慣性閉じ込めであり、この現象の唯一の自然発生例です。FLF はこれを使用して、巨大な封じ込めメカニズムを必要とする複雑さを排除し爆発現象の複雑さを管理して、融合が発生するために星の中心にある温度と圧力を作り出すことに焦点を当てています。慣性閉じ込めとは、磁場やレーザーではなくプラズマが慣性によって一緒に保持されることを意味します。どちらも維持するために大量のエネルギーを必要とするため、動作にエネルギーの一部を使用する FLF のシステムよりも核融合の達成がはるかに困難です。効果的に、FLF はフュージョンゲインを達成する必要があるエネルギー生成しきい値を劇的に下げました。

First Light Fusion 社について：

First Light Fusion 社は、現在ロンドン大学ユニバーシティカレッジの機械工学部長である Yiannis Ventikos 教授と、以前オックスフォード大学の Lady Margaret Hall の工学講師だった Nicholas Hawker 博士によって設立されました。同社は 2011 年 7 月にオックスフォード大学からスピンアウトされ、IP Group plc、Parkwalk Advisors Ltd、および民間投資家からシード資金を得ており、Invesco と OSI は追加資本を提供しました。このビジネスは、研究に焦点を合わせた大学プロジェクトから、核融合エネルギーを機能させる方法の戦略だけでなく、技術に基づいた持続可能なビジネスモデルを開発した本格的な企業に発展しました。このチームは、関連する科学および工学分野の専門家と、今後の課題に対処するために必要な管理経験者で構成されます。同社は世界クラスのアドバイザリーを引き付けることができました。つまり、数十年にわたる関連経験から利益を得て、ビジョンを実現するための道を合理化できることを意味しています。



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 を参照してください。