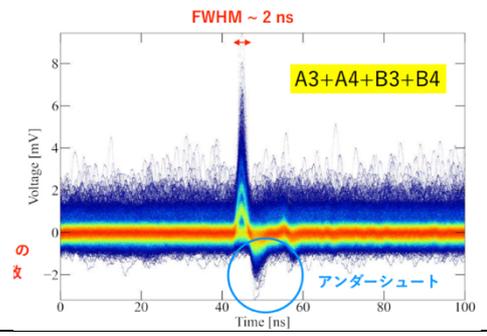
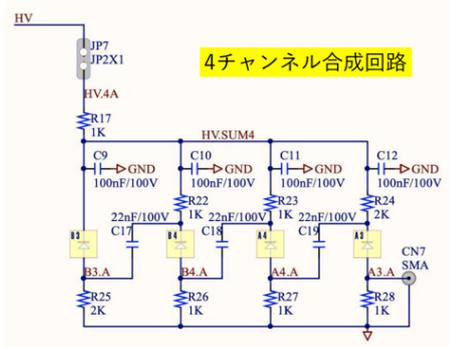
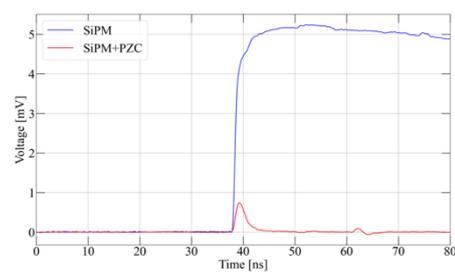


令和 3 年度 (2021) 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：CTA 大口径望遠鏡のための SiPM モジュール開発 英文：Development of SiPM modules for CTA-LST
研究代表者	齋藤隆之（東京大学宇宙線研究所・助教）
参加研究者	齋藤隆之、Daniel Mazin、小林志鳳、櫻井駿介、猪目祐介、手嶋政廣、阿部日向、橋山和明、吉越貴紀、大岡秀行（東大宇宙線研）、窪秀利、野崎誠也（京都大学）、山本常夏（甲南大学）、田島宏康、奥村暁（名古屋大学）
研究成果概要	<p>2021 年度の具体的な研究目標は、SiPM の出力波形の整形（数百 ns の幅を 3ns 程度に）、4 つの SiPM の波形の合算、ゲインの温度依存性に対する補償回路の開発、の 3 つであった。それぞれについて成果は以下の通りである。</p> <p>1. Pole Zero Canceller 回路による、波形の整形 解析的な計算、回路シミュレーション、回路の試作を経て、右図の通り、300 ns 程度ある長いテールの部分を削り、約 2 ns（FWHM）の幅に縮めることに成功した。一方で、振幅も 1/7 程度に減少してしまうため、アンプで補正する必要があることもわかった。</p> <p>2. 4 つの SiPM の出力信号の合算 MEG 実験で開発された信号合成回路（右図）を用い、4 つの信号を合成させることに成功した。波形に僅かなアンダーシュートが生じてしまったものの、電荷分解のもほとんど劣化されることなく、信号を合成することに成功した。アンダーシュートが解析やトリガーに影響するようであれば、インピーダンスの調整を行い、改良する予定である。</p>

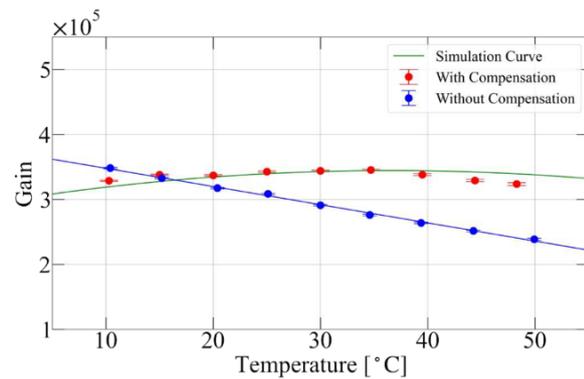


3. ゲインの温度補償回路の開発

浜松ホトニクス社製 MPPC, S14521 のゲインは、 $-1\%/^{\circ}\text{C}$ 程度の温度依存性があった。温度に依存してバイアス電圧を上げることで補償ができるので、浜松ホトニクス社製の電源チップ C14156 を用いてそのような補償回路を開発した。C14156 は温度に依存した

出力を出せるだけでなく、その温度計数を制御することができる。30度を中心に温度依存性を最小化すべく温度計数を調整し、 $0.08\%/^{\circ}\text{C}$ まで低減することに成功した。

その他、SiPM の形状に合わせた四角形のライトガイドの開発や、14 ピクセルを読み出すためのボードの開発も進んでいる。



修士論文

橋山和明、「CTA 大口径望遠鏡のための SiPM モジュールの開発」、東京大学(2021年度)

国内学会発表

[1] “CTA 報告 196: CTA 大口径望遠鏡のための SiPM モジュールの開発”、橋山和明、日本物理学会第 77 回年次大会(2022 年 3 月) オンライン開催

[2] “CTA 大口径望遠鏡の高画素化に向けた SiPM モジュールの開発”、齋藤隆之、日本天文学会 2022 年春季大会 (2022 年 3 月) オンライン開催

整理番号 E07