


超高解像度素粒子イメージングで拓くニュートリノ反応物理の新境地

	研究代表者	京都大学・理学研究科・教授 中家 剛（なかや つよし）	研究者番号:50314175
	研究課題情報	課題番号：23H05434 キーワード：素粒子、ニュートリノ、加速器、原子核乾板	研究期間：2023年度～2027年度

なぜこの研究を行おうと思ったのか（研究の背景・目的）

● 研究の全体像

我々が存在する宇宙はどうやってできたのか？宇宙の始まりは、エネルギーの塊でもとても熱く、そこから粒子と反粒子が誕生した。そして、反粒子が消えて粒子だけが残る、星や生命が誕生した。反粒子が消えた理由に、素粒子ニュートリノが関係していると考えられている。そして、ニュートリノとその反粒子である反ニュートリノの違いを調べることが重要である。しかし、ニュートリノは幽霊粒子とも呼ばれ、その反応過程にまだ分かっていないことが多い。本研究では、加速器で作ったニュートリノビームと、写真技術を使った素粒子検出器・原子核乾板をつかって、ニュートリノの反応過程を詳細に研究する。このニュートリノの反応を測定する実験がNINJA（ニンジャ）である（図1）。

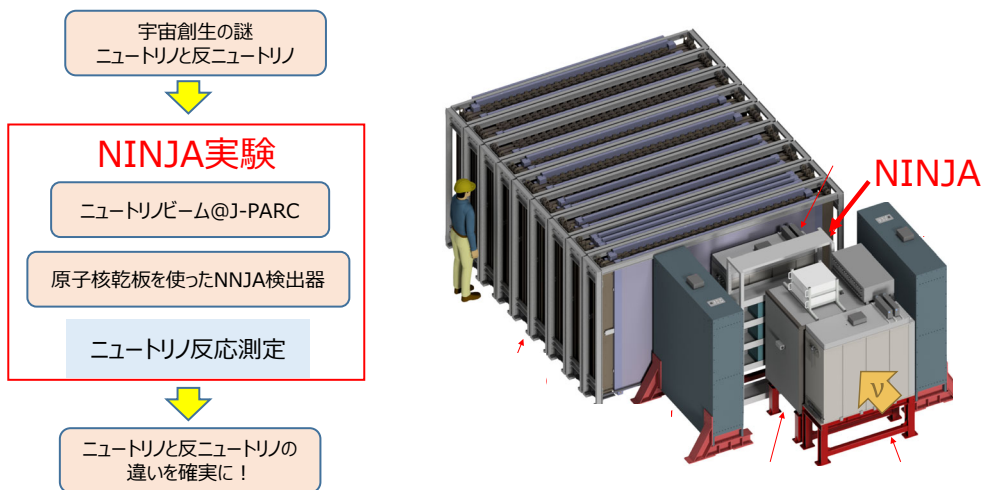


図1 研究全体のイメージ図（左）と、ニュートリノ反応を捕らえるNINJA実験装置（右）。

● NINJA実験の特徴と目的

- ・ 世界一の強さのニュートリノビームを使う（茨城県大強度陽子加速器J-PARC）。
- ・ 超高解像度素粒子イメージングが可能な原子核乾板を使う。原子核乾板を作れるのは世界でも名古屋大学だけである。
- ・ 「ニュートリノ研究」は、日本のお家芸と言われていて（2度のノーベル賞）、基幹プロジェクトとしてハイパーカミオカンデ実験装置が建設中である。ハイパーカミオカンデ実験に必要なニュートリノ反応過程の情報をNINJA実験が提供する。
- ・ 以上を組み合わせ、日本のJ-PARCでしかできない、世界一精密なニュートリノ反応過程のデータを取り、ニュートリノ反応物理の新境地を開拓する。

図2で、NINJA実験をマンガを使って説明する。



図2 NINJA実験の説明マンガ (https://higgstan.com)

この研究によって何をどこまで明らかにしようとしているのか

● ニュートリノ反応を精密に測定（図3と図4）

- ・ 世界でまだ誰も見たことのないニュートリノ反応を探す。
- ・ ニュートリノ反応で、1 mmしか飛んでない粒子を観測し、エネルギーを測る。世界で、これができるのはNINJA実験だけ！

● 粒子と反粒子の違いを確実にする

- ・ NINJA実験が終わる頃には、ハイパーカミオカンデ実験が始まり、粒子と反粒子の違いが調べられる。その違いを確実にするために、NINJA実験の測定を使う。

● 原子核乾板の応用

- ・ 本実験で開発されている原子核乾板は、宇宙観測、火山の透視、ピラミッド内部の透視、などに広く使われている。本研究で原子核乾板の性能が上がるのがとても大事。

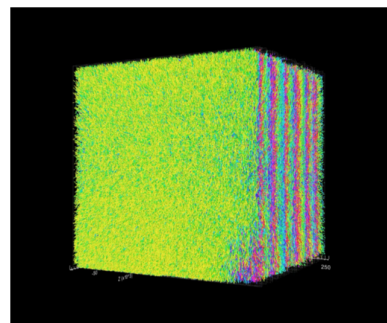


図3 複数枚の原子核乾板に写った大量の粒子の飛跡

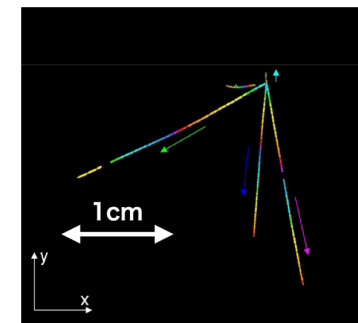


図4 ニュートリノ反応の信号。図3の無数の飛跡から選別する