



東北大学学術研究員/
ニュートリノ科学研究センター
末包 文彦 先生



“ とても複雑な式の因数分解や、
行列の固有値や固有ベクトル計算など
様々なパターンの計算を安定した動作で計算でき、
式を簡略化するコマンドもあって重宝しています。
一方で数値計算、図やグラフの描画も強力です。 ”

業務とご研究の内容について、お教えてください

ニュートリノと呼ばれる素粒子の実験的研究をしています。特にニュートリノ振動と呼ばれる現象の検出と測定を通して、素粒子物理学の発展に寄与しています。また大学・

大学院での講義を数々行ってきました。それらに関連して参考書の執筆も行っています。

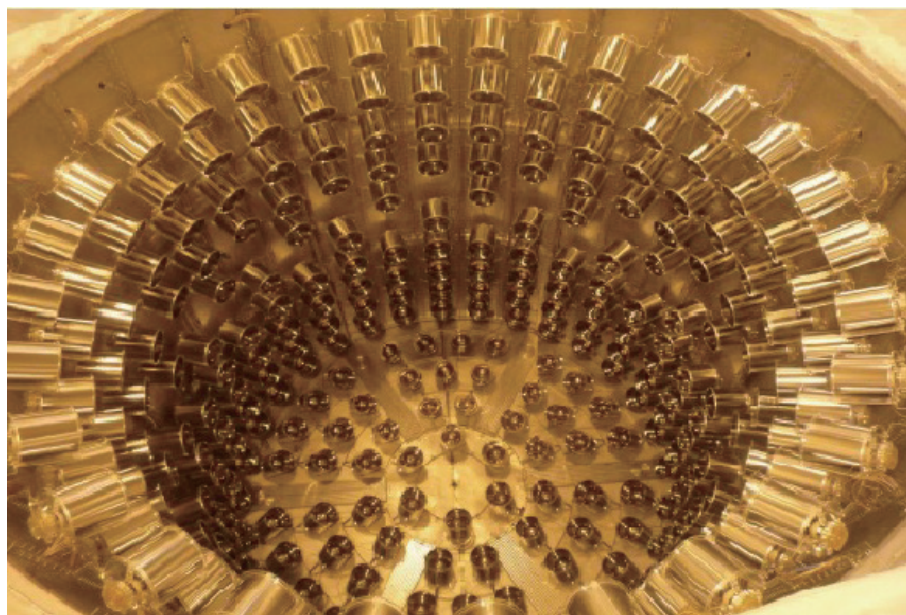


図 1: フランスで行った Double Chooz ニュートリノ実験装置。
直径 5.5m, 深さ 5.5m. 原子炉ニュートリノ振動の測定を行った。
日本グループは、周囲に設置している 400 本の光センサー (PMT) を担当した。

Mathematica をどのような場面で使用されていますか？

主に複雑な式のシンボリック計算に使用しています。数百項からなる式の変形を、計算方法をいろいろ指定して行わせています。計算結果は、論文・参考書執筆や講義に使います。計算結果を書くだけでなく、Mathematica を使ったなど、計算方法の説明を書くこともあります。また、図やグラフを描かせて、それを原稿に利用することもあります。

式の手計算の間違いのチェックに使っています。式に含まれるパラメータに乱数を代入して数値計算させ、変形前

の式と、変形後の式で計算結果の数値が同じかどうかを確認めます。もし同じでなければ、変形の各ステップでの数値を確認、計算間違いをしたステップを知ることでもできます。

式が複雑すぎて、自分では数学的に証明のできない命題を乱数を使用して確かめたりします。例えば、ある式の値が常に正であることを確かめるため、10,000 パターンの乱数を代入して計算させ、その全ての結果が確かに正であることを確認したりしたこともあります

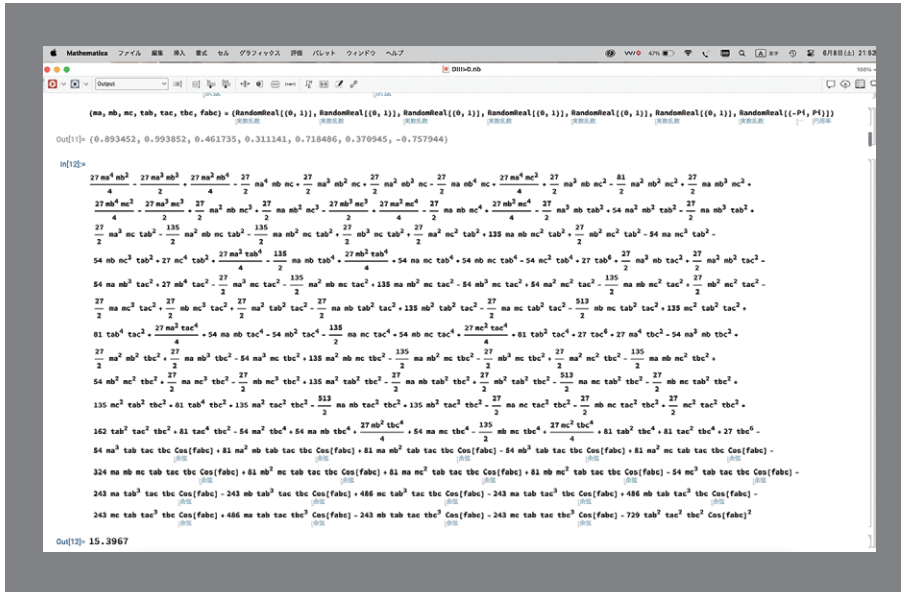


図 2: Mathematica のノートブックのスクリーンショット。3 種類のニュートリノ混合の計算式の一部。この式の値は正と期待されるが、このスクリーンショットで見られるよう、10,000 パターンの乱数を代入することにより、それを確認した

Mathematica を使い始めたきっかけは？

1990 年頃、研究のためアメリカのシリコンバレーにある研究所 (Stanford Linear Accelerator Center) に滞在しました。その時、研究所の PC に Mathematica がインストールされていました。式の symbolic な変換ができることに非常に驚き、それ以来使用しています。

Mathematica の魅力とは？

複雑な式の symbolic な計算ができること。因数分解させたり、行列の固有値や固有ベクトルを計算させたりするなど様々なパターンの計算ができること。直感的に式を簡略化するコマンドもあり、重宝しています。また数値計算も可能で、パラメータに乱数を代入することで、手計算の正しさを確認することもできます。図やグラフを簡単に書くことができることも便利です。動作が安定していることも魅力の一つです。

図 3: 拙著, "Neutrino Oscillations", Springer 出版で紹介した Mathematica の使用例

今後の展望 / 製品機能への要望をおきかせください

今後も論文・参考書執筆などの予定があり、Mathematica のお世話になると思います。FullSimplify をよく使いますが、その結果をもっと改善してほしい (自分の使い方が悪いのかもしれませんが)。計算ではないですが、簡単な数式エディターを開発していただきたい。ワードやパワポ上で式をコピー + 手変換して手計算を進めることが多いですが、使い勝手のよい数式エディターを探しています。



6.4.1 A Toy Model for $\nu_\mu - \nu_\tau$ Symmetry

We assume neutrino transition amplitudes do not change by swapping ν_μ and ν_τ . In this case, a possible neutrino state equation is,

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} C_e \\ C_\mu \\ C_\tau \end{pmatrix} = -\frac{i}{\gamma} \begin{pmatrix} \mu_e & \tau_{e\ell} & \tau_{e\tau} \\ \tau_{e\ell} & \mu_e & \tau_{\mu\tau} \\ \tau_{e\ell} & \tau_{\mu\tau} & \mu_e \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_e \\ C_\mu \\ C_\tau \end{pmatrix}, \quad (6.81)$$

where the imaginary phase is omitted to make discussions simple. This is justified by the fact that $s_{13} = 0$ is derived from the $\nu_\mu - \nu_\tau$ symmetry and the imaginary phase does not appear in the probabilities. In addition, $\tau_{e\ell} \geq 0$ and $\mu_e + \tau_{\mu\tau} > \mu_e$ are assumed to reduce the complexity from the unnecessary degrees of freedom. We obtain the following mixing matrix from Eq.(6.81).²

² It is difficult to derive Eqs.(6.82)–(6.86) by hand calculation (the author used Mathematica).

●本事例作成に関し、末包先生のご協力に感謝いたします。(インタビュー：2024 年 6 月) ※所属・役職は取材当時のものです。

株式会社ヒューリンクス

〒103-0015
東京都中央区日本橋箱崎町 5-14
<https://www.hulinks.co.jp/>

※本カタログ内の各商品名は各社の商標・登録商標です。 2024 年 6 月発行

