研究タイトル：

べき乗法による 4 階テンソル積展開について

氏名：	石田 明男 ／ ISHIDA Akio	E-mail：	ishida@kumamoto-nct.ac.jp
職名：	助教	学位：	博士（理学）
所属学会・協会：			

キーワード：	数値計算、多次元データ、べき乗法
技術相談 提供可能技術：	

研究内容： べき乗法による 4 階テンソル積展開の計算及び HOSVD との比較

多次元データを低次元に分解する方法として高次元特異値分解（HOSVD）がよく知られているが、我々は、計算精度や計算時間の面でより優れた 3 階テンソル積展開（3-OTPE）を提案した。しかしながら、3 階テンソル積展開は 4 次元以上のデータに適用できないというデメリットがあった。そこで今回、3 階テンソル積展開を 4 次元データに適用できるように 4 階テンソル積展開として拡張した。さらに、その計算結果について、HOSVD との比較を行った。

4 次元データの概念としては 3 次元データを並列に並べたものとし、4 階テンソルと呼ぶ。この 4 階テンソルを展開する式を次のように定義する

$$\mathcal{A} = \sum_{i=1}^{r} \sigma_i (\mathbf{u}_i \otimes \mathbf{v}_i \otimes \mathbf{w}_i \otimes \mathbf{x}_i)$$

上式において、$\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i, \mathbf{w}_i, \mathbf{x}_i$ はサイズがそれぞれ L, M, N, P の正規ベクトルの組であり、σ_i は展開ベクトル $\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i, \mathbf{w}_i, \mathbf{x}_i$ のテンソル積に対する展開係数であり、r は 4 階テンソルのランクである。

この展開式を 4 階テンソル積展開（4-TPE）と呼ぶことにする。この展開ベクトルは、直交していないので、次に展開ベクトル同士が直交している展開式を次のように定義する。

$$\mathcal{A} = \sum_{i,j,k,l} \sigma_{ijkl} (\mathbf{u}_i \otimes \mathbf{v}_j \otimes \mathbf{w}_k \otimes \mathbf{x}_l)$$

上式において、$\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_j, \mathbf{w}_k, \mathbf{x}_l$ はサイズがそれぞれ L, M, N, P の正規直交ベクトルの組であり、σ_{ijkl} は展開ベクトル $\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_j, \mathbf{w}_k, \mathbf{x}_l$ のテンソル積に対する展開係数である。

この展開式を 4 階直交テンソル積展開（4-OTPE）と呼ぶことにする。

計算アルゴリズムの概要として、4-TPE は 4 階テンソルと初期ベクトルの縮約とべき乗法により展開ベクトルと展開係数を求める。4-OTPE は 4-TPE の操作に加え、Gram-Schmidt の直交化法によって直交性を持つように修正する。

3-OTPE を拡張することで 4 階テンソルの展開が行うことができた。また、HOSVD と計算時間と計算精度の比較をして 4-TPE、4-OTPE の方が優れていることが分かった。

提供可能な設備・機器：

名称・型番（メーカー）	