

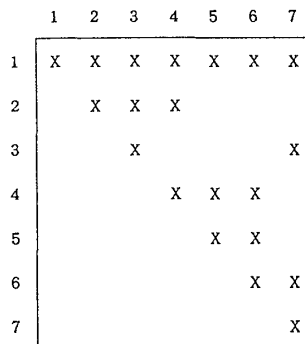
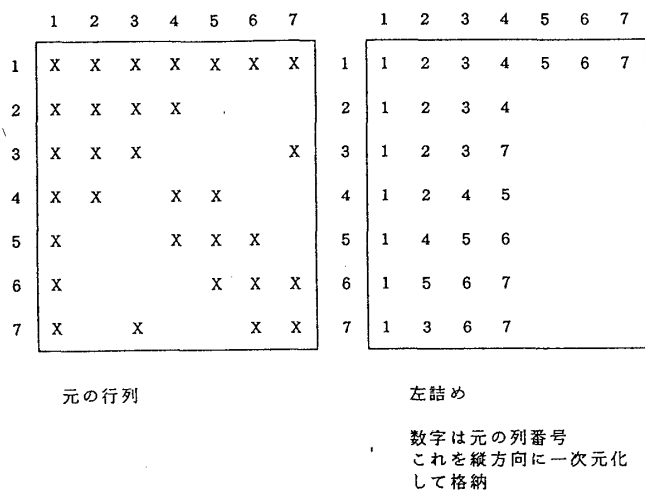
7L-1

ベクトル計算機向き
対称スパーズ行列の格納法

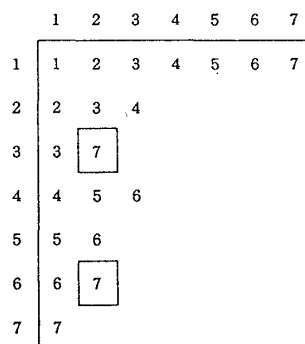
斎藤 知哉, 坪田 美佐, 巨 紀子, 熊本 武夫
日本電気技術情報システム開発(株)

0. 序

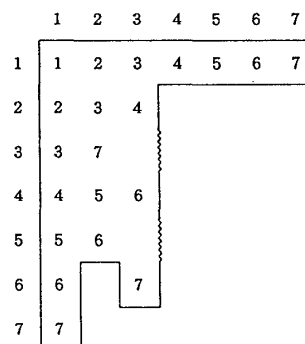
ランダムスパーズ行列の格納法は今までに様々な研究が成されてきた。現在使われているものの中では、行方向リスト、対角方向リスト等が主流を占めている。行方向リストは、ベクトル計算機が開発される以前に考え出されたものであり、対角方向リストは、ベクトル計算機上でより高速に実行するために考案された。しかし、CG法(共役勾配法)等基本的な行列演算が行列とベクトルのかけ算のみであるようなアルゴリズムを、スーパーコンピュータ上で走らせることが目的であるならば、それに適した行列の格納法は他にもあるのではないだろうか。我々は、例えば有限要素法で離散化された固有値問題を解くための逆べき乗法の中に現われる連立一次方程式の反復解法に応用できる、新しい行列格納法を3種考え、数値実験を行った。扱う行列はすべて対称であるとする。



元の行列
上三角のみを考える



左詰め
数字は元の列番号
かけ算の演算時の並列性を
出すためには1つの縦列中
に同じ列番号があっては
ならない(枠内)



これを縦方向に一次元化
行番号に飛びがあるので
行番号のリストも必要

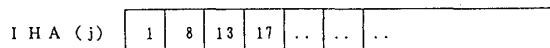
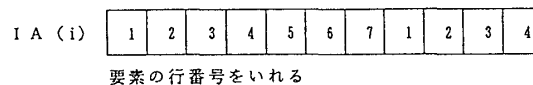
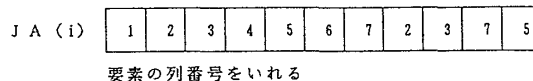
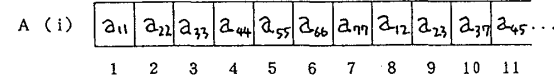
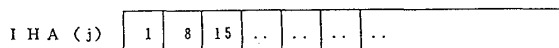
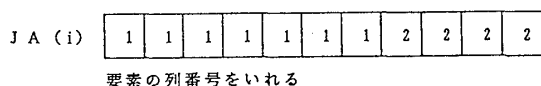
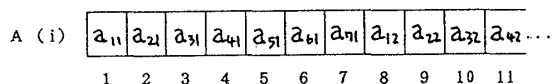


図1

図2

New Storage Schemes of Symmetric Sparse Matrices
For Vectorcomputers
Tomoya Saito, Misa Tsubota, Noriko Watari, Takeo Kumamoto
NEC Scientific Information System Development, Ltd.

1. 新しいスパース行列格納法

(1) タイプ1

行列の非ゼロ要素を行毎に左詰めしたものを、列方向に一次元配列として格納する(図1)。図から判るようになかけ算を行うときのループ長を行列のサイズとほぼ等しくする事ができる。但し対称行列でも、上三角、下三角両方のデータが必要である。また、行毎の非ゼロ要素数が降順に並ぶように予め行・列の入れ替えをしておかなければならない(有限要素法の場合はそのように節点番号付けをすればよい)。

(2) タイプ2

タイプ1では対称行列の利点が生かされず、メモリも行方向タイプの約2倍必要とし、行・列の入れ替えも煩雑である。その欠点をなくす方法を考えた(図2)。

(3) タイプ3

タイプ2では、行列の 行番号を示すリスト、列番号を示すリスト、縦列のヘッダのリスト と3本のリストが必要である。このうち、行番号のリストを省くためにゼロ要素を挿入したものがタイプ3である(図3)。

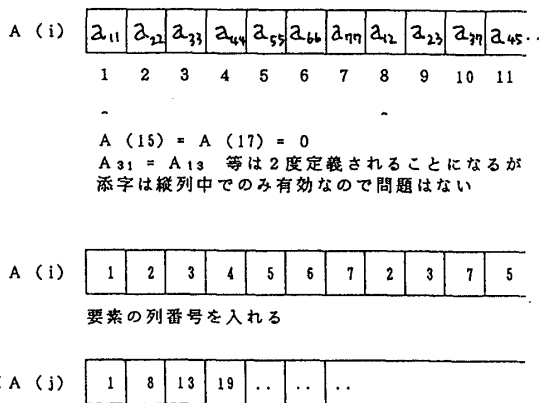
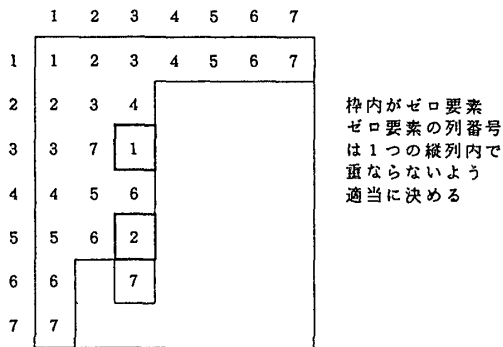


図3

2. タイプ1の格納法と対角方向リスト、行方向リストとのループ立上げ回数/ループ長の比較

データ構造から見て明らかに、新しい行列格納法は従来の方法より、ループ立上げ回数は少なくループ長は長くなる事が期待できる。実際のデータでこれらと比較したのが図4である。

3. 数値実験

以上に述べた3種類の方法と対角リストで格納した行列と、ベクトルのかけ算を行い、演算速度を計測した(図5)。実験には NECスーパーコンピュータSX-2を用いた。演算時間は、(行列) * (ベクトル) にかかる計算時間である。グラフより、ランダムスパース行列のサイズが大きいほど、新しい格納法が演算の高速化に有効であることがわかる。

4. まとめ

今回、我々が考案した3種類の格納法は、ベクトル計算機の特性を生かしておりスーパーコンピュータに適した方法である。この格納法をスーパーコンピュータ上で利用することによってランダムスパース行列を扱う解法的高速化が期待できる。非対称のランダムスパース行列に対する格納法を今後の課題としたい。

Vector 長の比較 (deg = 4)

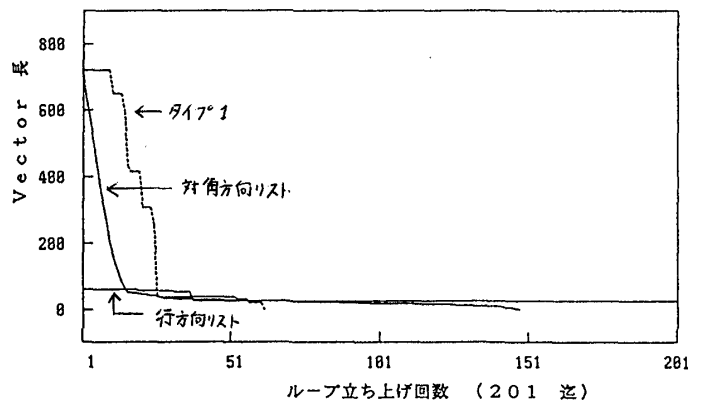


図4

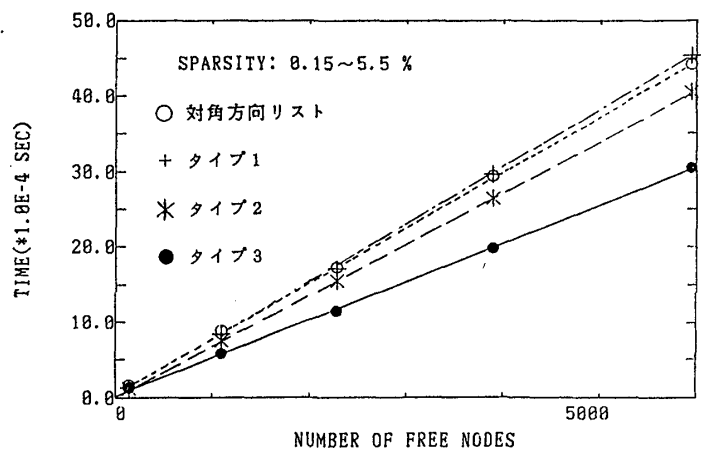


図5