

パソコンのメモリ

1. パソコン (PC) の仕組みとして知っておくべきことは？

一昔前の PC と比べて現在の PC のスペックは格段に向上しています。毎年、ハイスペックの CPU (中央演算処理装置) や RAM(メモリ)を搭載した新製品が出てきてパソコンを買う際は迷ってしまいますね・・・(^.^) これらについてもプログラミングする際は、意識しておいた方がよいことや知っておくと役に立つこともありますので、ここで紹介しておきます。実際、土砂移動シミュレーションなどをプログラミングする際はデータをメモリに書き込み、それを計算してデータを更新していくという手続きを行っています。メモリの容量も最近では 8GB や 16GB の PC も普通に安く手に入るので、プログラミングの際は制約を受けることは少ないですが、決して無限ではないことを理解しておく必要があります。

「Programming Topics」では、プログラミングの基礎的な内容を説明するのではなく、土砂水理解析など実際のプログラミングの話題、役立ちそうな考え方やプログラミングの技術情報を親しみやすい内容で紹介することを目的としています。今回は、PC の仕組み、とりわけメモリについて少し掘り下げてみたいと思います(^.^)

2. 64bit パソコンとは？

よく 64bit パソコンということばを聞きますが、この意味について簡単に説明します。10 年以上前になりますが、Windows7 が発売されて 64bit パソコンが主流になる前は、32bit パソコンが使われていました。そのとき、32bit パソコンで使っていたアプリが使えなくなると大騒ぎになったことがありました。結果をみると、ほとんどのアプリが 64bit パソコンでも使えることが分かったので、空騒ぎのようなことになってしまいました。何故、空騒ぎで済んだと言えば、これは、OS (オペレーティングシステム) つまり、Windows が使えるように処理してくれたおかげなのです。パソコンの中身は、図-1 のように計算処理を行う CPU や主記憶装置を構成する RAM

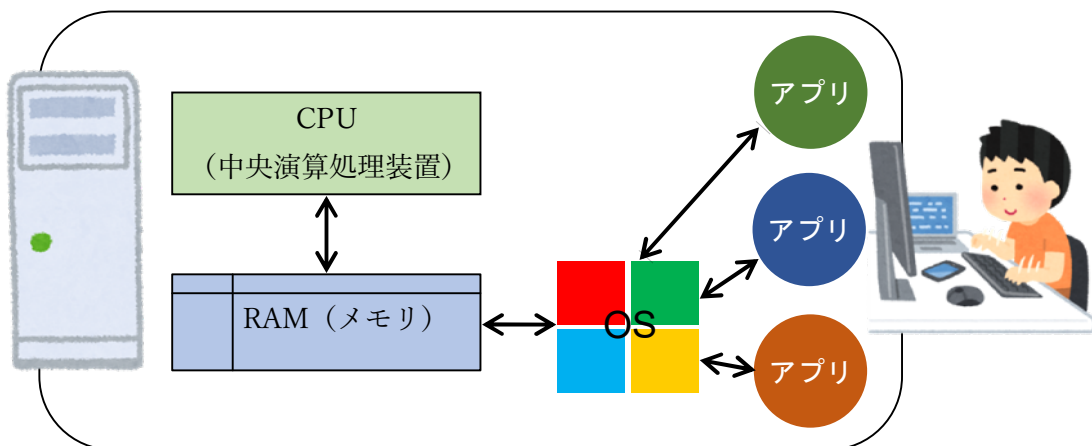


図-1 PCの働き

などハードウェアにソフトウェアやデータが読み込まれ、計算処理されます。ソフトウェアには、OS とアプリがあり、OS はハードウェアとアプリの仲介をしてくれています。

前置きが長くなりましたが、64bit パソコンとは「データ処理が 64bit を単位として処理が行われている CPU を搭載したパソコン」という意味になります。32bit パソコンと比べて高速の計算処理と多くのデータ量が扱える利点があります。例えば、32bit のデータ（例えば 1 ピクセルの画像データ）があったとします。32bit パソコンの CPU の中では、1 つのデータに対して入れ物（レジスタ）が 1 つ必要ですが、64bit パソコンでは 2 つ分のデータを 1 つの入れ物で済みます。自ずと計算処理のパフォーマンスが高くなります。また、RAM にはデータが保存されていますがデータには 1byte ごとに住所のようなもの（アドレス）がふられており、このアドレスも 32bit パソコンでは 32bit（16 進数で 8 桁の数値）で示されます（図-2）。つまり、32bit パソコンでは $2^{32}=4,294,967,296$ 通り指定できます。RAM の中では 1 つのアドレスに対して 1byte のデータが保存されていますので、4.3GB（ギガバイト）の領域をもつアドレス空間を扱えます。これくらいあれば十分と思う方もいらっしゃると思いますが、実は、いろいろなアプリを同時に使ったりしますと、アドレス空間が不足します。64bit パソコンのアドレス空間はというと、これは 2 倍ではありません！？！

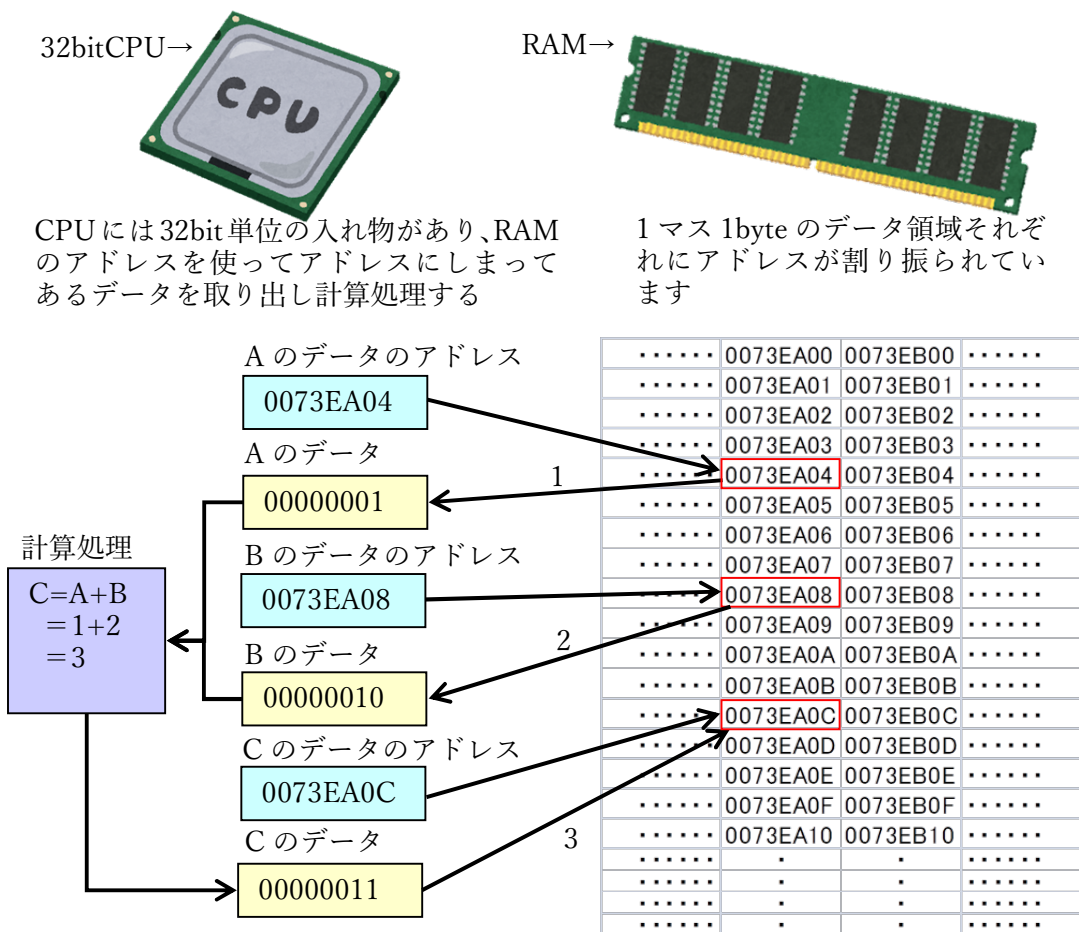


図-2 32bitPCのCPUが認識できるメモリ（アドレス空間）の対応イメージ

$2^{64} = 18,446,744,073,709,551,616$ 通りの指定（16 進数で 16 桁の数値）ができ、18,000,000TB（テラバイト）のアドレス空間を扱うことが理論上可能です。32bit パソコンの RAM の容量は、事実上、4GB が上限となるのですが、64bit パソコンは 4GB 以上の RAM を理論上使用できることを意味しています。

64bit パソコンの機能を最大限活用するためには、OS とアプリ両方が 64bit 対応である必要があります。聞いたことがある方もいらっしゃると思いますが、Windows10 までは、32bit 版の OS と 64bit 版の OS が 2 種類用意されていました。しかし、Windows11 は 64bit 版の OS のみのようです。

3. アプリの開発の実際

現在、bitProject における土砂移動シミュレーション等のアプリは、32bit 対応のアプリとしています。32bit とする理由は 3 つあり、現在も、①32bit パソコンが現役で存在していること、②32bit のアプリは 64bit パソコンでパフォーマンスの向上が図られること及び③32bit のアドレス空間で計算処理に必要な容量を満たしていることです。

計算処理に必要な容量について 2 次元土砂移動シミュレーションを例に説明します（図-3）。例えば、延長 10km、幅 3km の範囲について 10m メッシュの計算を行うとします。1 メッシュ当たりのデータには水深や流速など様々な水理量が必要になりますが、ここで 1,740byte とします。そうすると、522MB（メガバイト）を使用することがわかります。このほかにハイドログラフのデータや流入箇所等の境界条件のデー

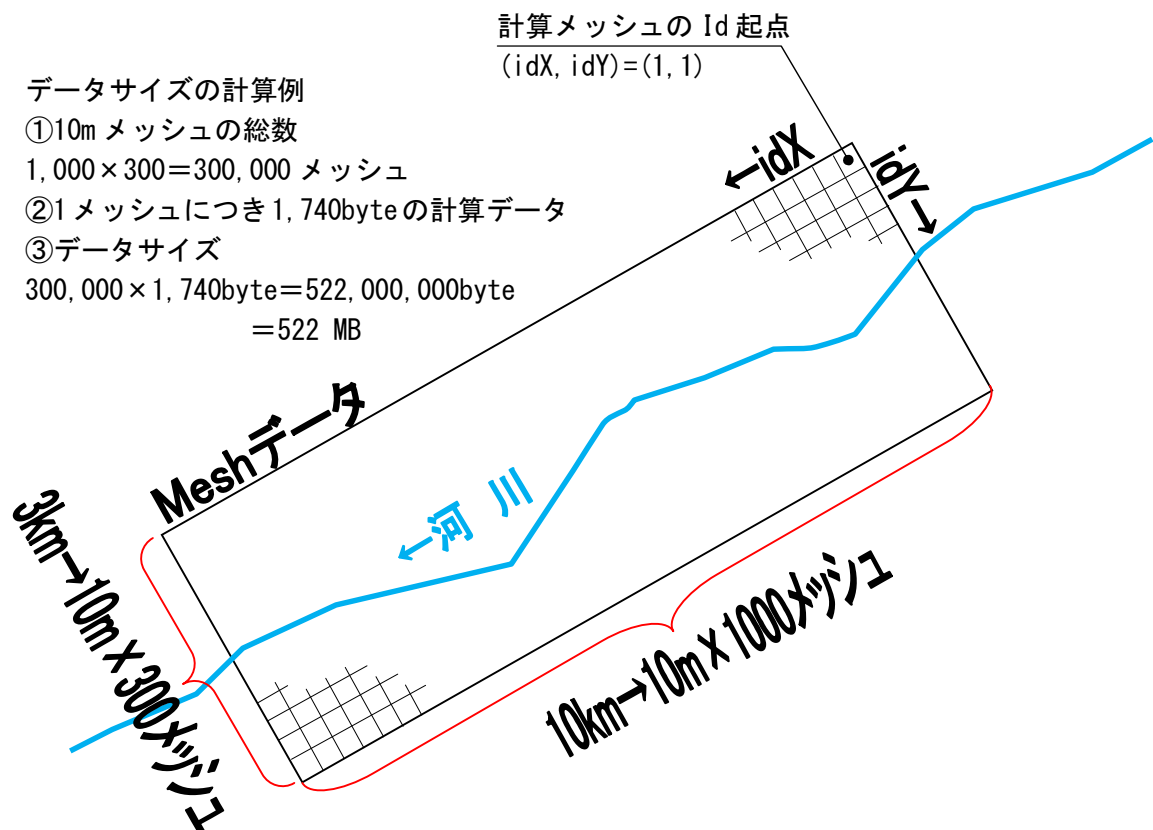


図-3 2次元土砂移動シミュレーションのメッシュデータのサイズ

タが加わりますが、1GB もあれば十分です。よって、アドレス空間は 32bit でも大丈夫ということになります。

ただし、PC の能力は年々高くなっていくものと思われます。そう遠くない将来は、より広い範囲や高精度（より小さなメッシュ）のシミュレーションを行うようになると、アプリを 64bit バージョンにアップデートする必要があるものと思われます。

4. 論理アドレスと物理アドレス

32bit のアプリを 64bit パソコンで動かすということはどういうことなのか？疑問に持つ方もいらっしゃると思います。いままで述べてきたことは、RAM の物理アドレスのことを述べてきました。64bit パソコンは 4GB 以上の物理アドレスを管理できます。ここからは、OS の役割なのですが、アプリが起動するとアプリに対応したアドレス空間（論理アドレス空間あるいは仮想アドレス空間）を物理アドレス空間に確保します。この論理アドレスと物理アドレスの対応関係を OS が管理しているということになります。OS は、複数のアプリが起動すると、アドレスの領域が競合しないように管理します。1つのアプリが連続した物理アドレスを使用するとは限りません（図-4）。しかし、32bit アプリのプログラマーの側からは、あたかも連続した 32bit アドレス空間（16 進数で 8 桁のアドレス）が確保されているように見えます。このようにして、4GB 以上のメモリが有効活用されます。

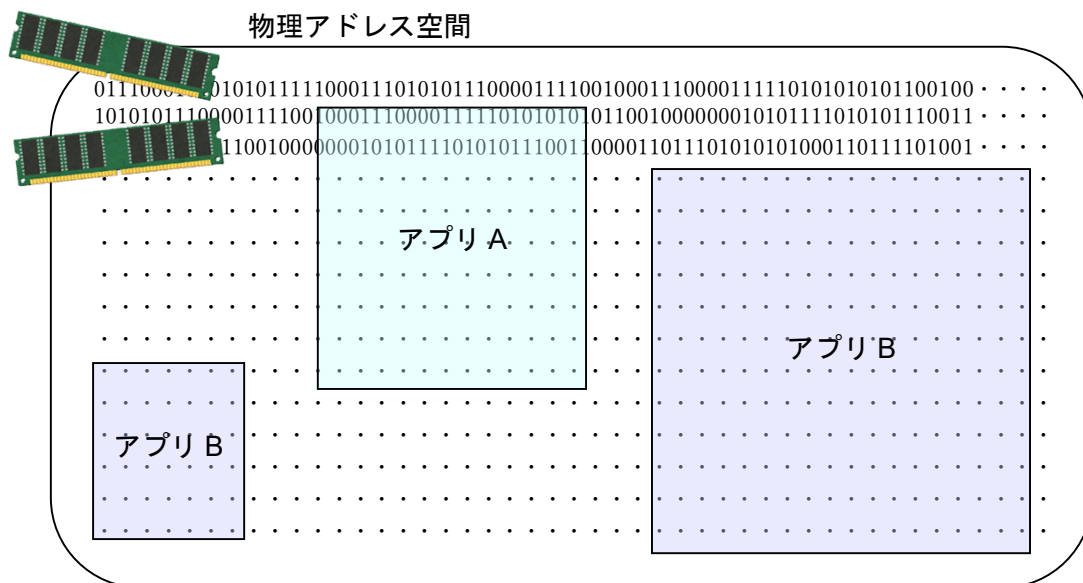


図-4 物理アドレス空間内における OS によるアプリへのアドレス割り当て

いかがでしたか？少し長くなりましたが PC の仕組み、もしくはメモリの役割について理解が深まったと思います。このメモリの役割を理解しておくと、プログラミングの際にポインタの理解につながると考えてまとめてみました。普段は使わないこのような知識も役に立つときがあると思っていただければ、また、そういう日が訪れれば幸いです。これからもよろしくお願いします m(__)m