

パイプライン



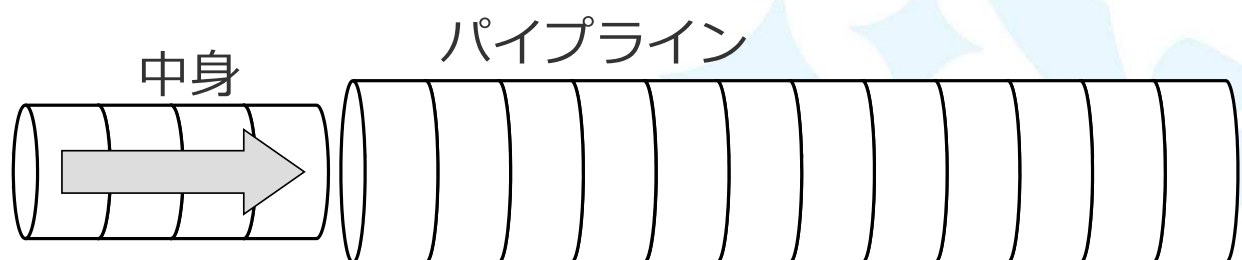
同じ原理を使って
2つのストーリーが



まず原理 ～ パイプラインとは

2

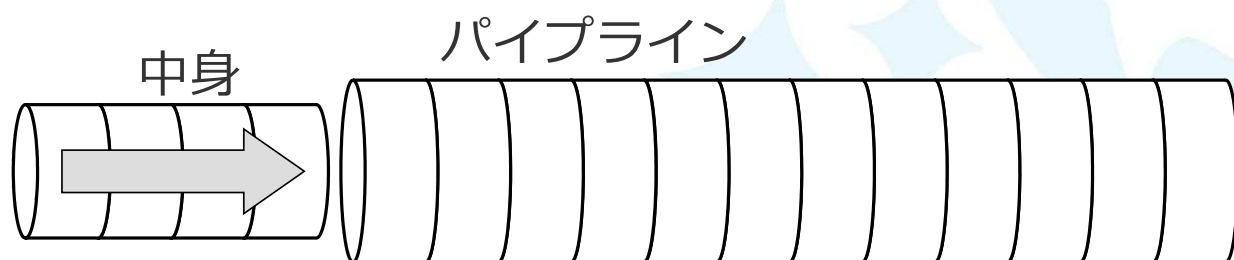
まず原理 ～ パイプラインとは



中身をパイプに押し込む
段々に先に進む

3

まず原理 ～ パイプラインとは



中身をパイプに押し込む
段々に先に進む

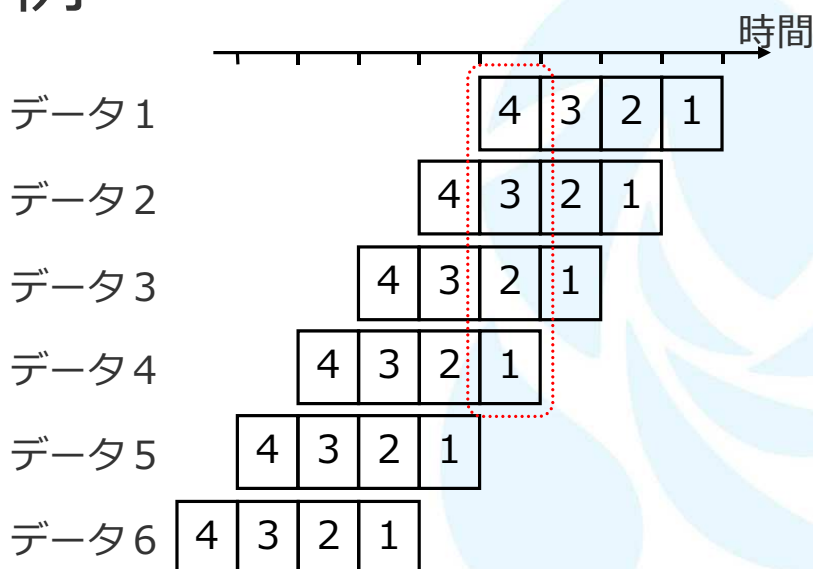
パイプは同じ長さのステージに分かれる
中身は1単位時間ごとに1ステージ進む



まず原理 ～ パイプラインとは

パイプは同じ長さのステージに分かれる
中身は1単位時間ごとに1ステージ進む

例



到着するデータは4段で
処理される (1～4)

左図時刻では、

データ1はステージ4

データ2はステージ3

データ3はステージ2

データ4はステージ1

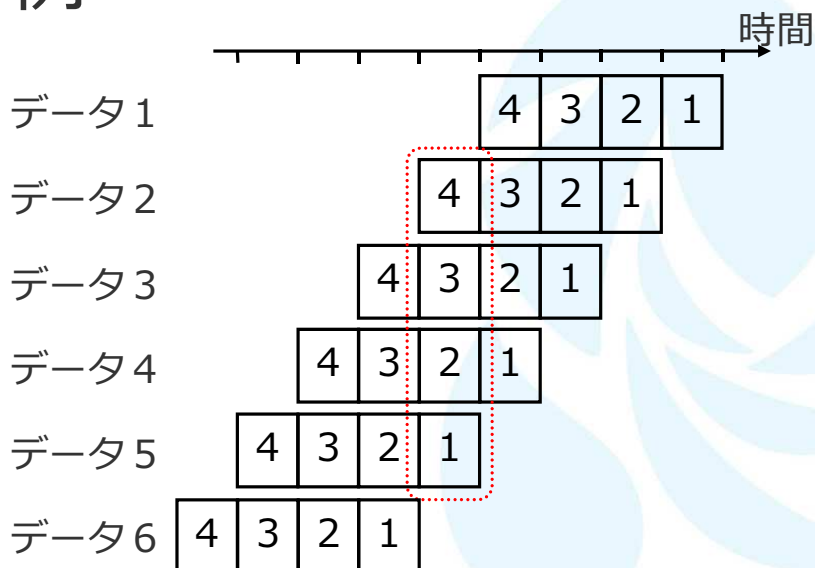
で処理されている



まず原理 ～ パイプラインとは

パイプは同じ長さのステージに分かれる
中身は1単位時間ごとに1ステージ進む

例

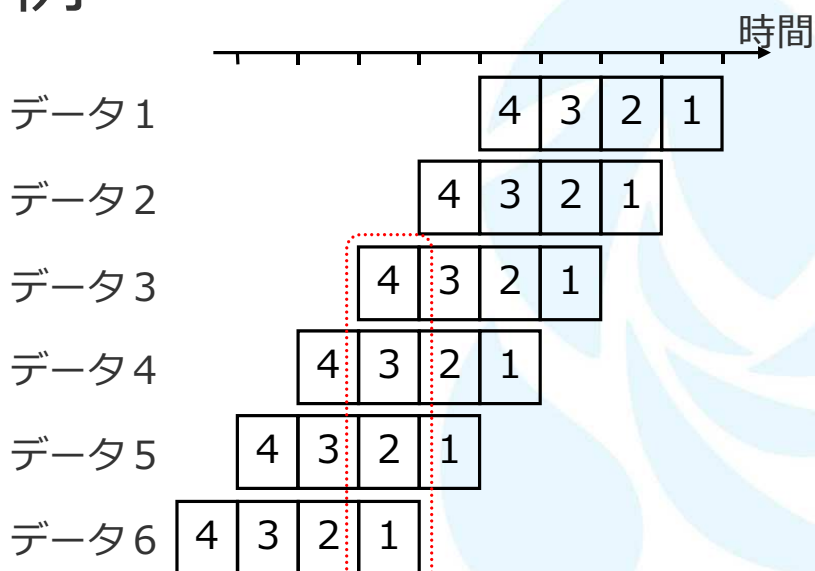


到着するデータは4段で
処理される（1～4）
左図時刻では、
データ2はステージ4
データ3はステージ3
データ4はステージ2
データ5はステージ1
で処理されている

まず原理 ～ パイプラインとは

パイプは同じ長さのステージに分かれる
中身は1単位時間ごとに1ステージ進む

例



到着するデータは4段で
処理される（1～4）
左図時刻では、
データ3はステージ4
データ4はステージ3
データ5はステージ2
データ6はステージ1
で処理されている

まず原理 ～ パイプラインとは

このように、パイプラインでは
それぞれのステージが並行して動作する

8

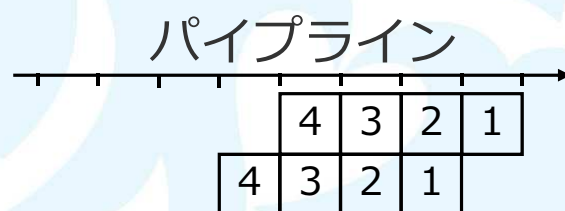
まず原理 ～ パイプラインとは

このように、パイプラインでは
それぞれのステージが並行して動作する

⇒ 処理が早くなる



2データで8クロック



2データで5クロック

9

どれだけ高速化するか

Sステージ、Nデータの所要時間は？

10

どれだけ高速化するか

Sステージ、Nデータの所要時間は？



NデータでN×Sクロック

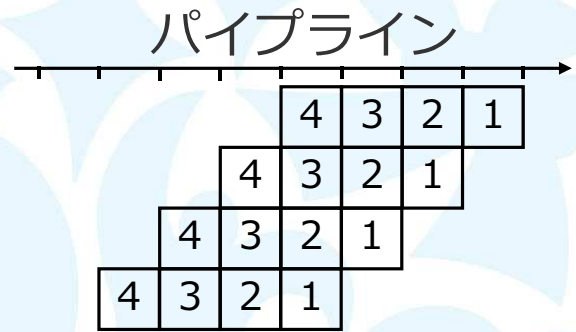
11

どれだけ高速化するか

Sステージ、Nデータの所要時間は？



NデータでN×Sクロック



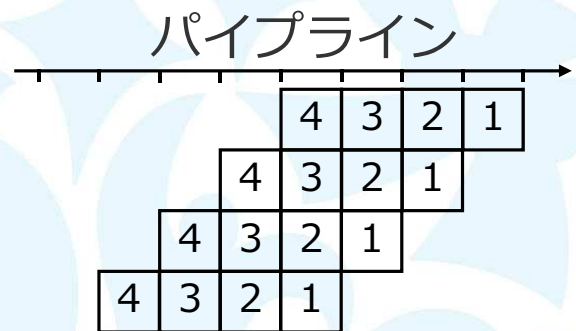
NデータでN+S-1クロック

どれだけ高速化するか

Sステージ、Nデータの所要時間は？



NデータでN×Sクロック



NデータでN+S-1クロック

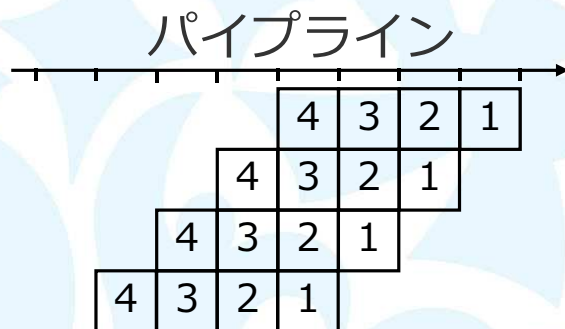
加速率 = $T(\text{直列}) / T(\text{パイプライン}) =$

どれだけ高速化するか

Sステージ、Nデータの所要時間は？



NデータでN×Sクロック



NデータでN+S-1クロック

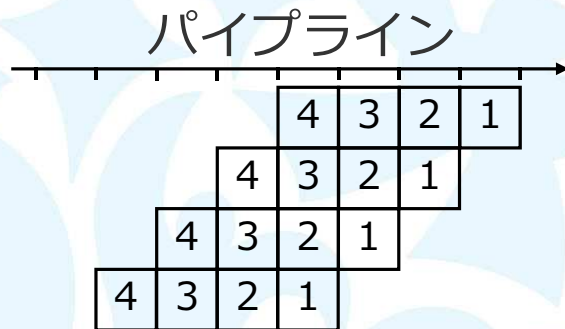
$$\text{加速率} = T(\text{直列})/T(\text{パイプライン}) = (N \times S)/(N + S - 1)$$

どれだけ高速化するか

Sステージ、Nデータの所要時間は？



NデータでN×Sクロック



NデータでN+S-1クロック

$$\text{加速率} = T(\text{直列})/T(\text{パイプライン}) = (N \times S)/(N + S - 1)$$

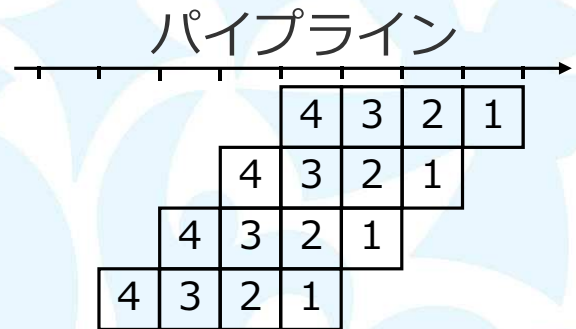
データが無限に続くとする

どれだけ高速化するか

Sステージ、Nデータの所要時間は？



NデータでN×Sクロック



NデータでN+S-1クロック

$$\text{加速率} = T(\text{直列})/T(\text{パイプライン}) = (N \times S)/(N + S - 1)$$

データが無限に続くとする (分母・子をNで割って)

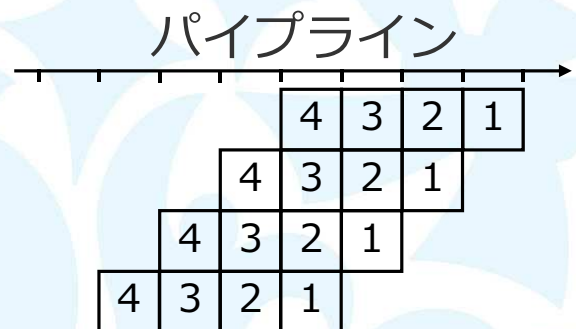


どれだけ高速化するか

Sステージ、Nデータの所要時間は？



NデータでN×Sクロック



NデータでN+S-1クロック

$$\text{加速率} = T(\text{直列})/T(\text{パイプライン}) = (N \times S)/(N + S - 1)$$

データが無限に続くとする (分母・子をNで割って)

$$\text{加速率} = \lim_{(N \rightarrow \infty)} S/(1 + (S-1)/N) = S \Rightarrow \text{S倍}$$

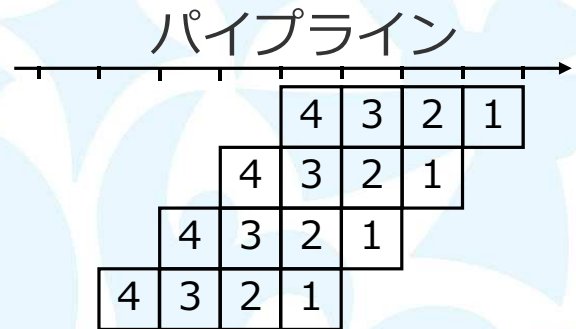


どれだけ高速化するか

Sステージ、Nデータの所要時間は？



NデータでN×Sクロック



NデータでN+S-1クロック

$$\text{加速率} = T(\text{直列})/T(\text{パイプライン}) = (N \times S)/(N + S - 1)$$

データが無限に続くとすると (分母・子をNで割って)

$$\text{加速率} = \lim_{(N \rightarrow \infty)} S/(1 + (S-1)/N) = S \Rightarrow S \text{ 倍}$$

S (ステージ数) 倍 速くなる



実際の使われ方 2つ



実際の使われ方 2つ

使い方1) 命令パイプライン

使い方2) データパイプライン

20



命令パイプライン

1つ1つの命令の「実行サイクル」？

思い出してみよう

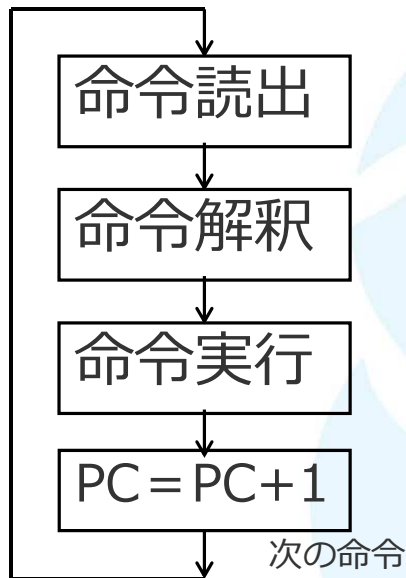
21



命令パイプライン

1つ1つの命令の「実行サイクル」？

思い出してみよう



1つの命令は4つのステップで実行される

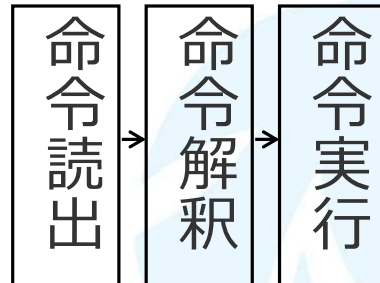
これをぐるぐる回りながら次々と命令を順番に実行する

命令パイプライン

で

命令パイプライン

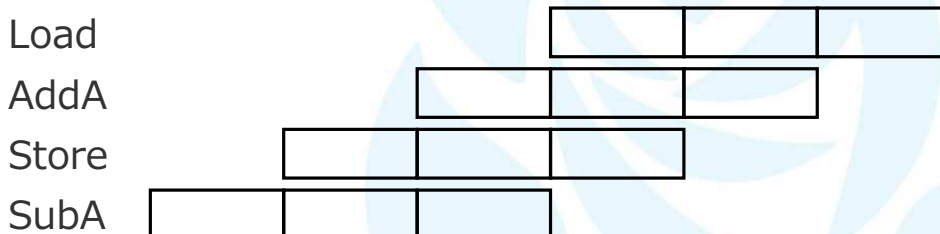
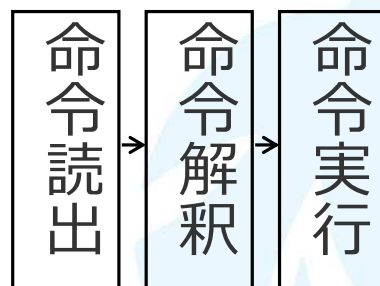
これらのステップをステージとして
パイプラインを作る



PC←PC+1は
高速なので
読出ステージ
に含める

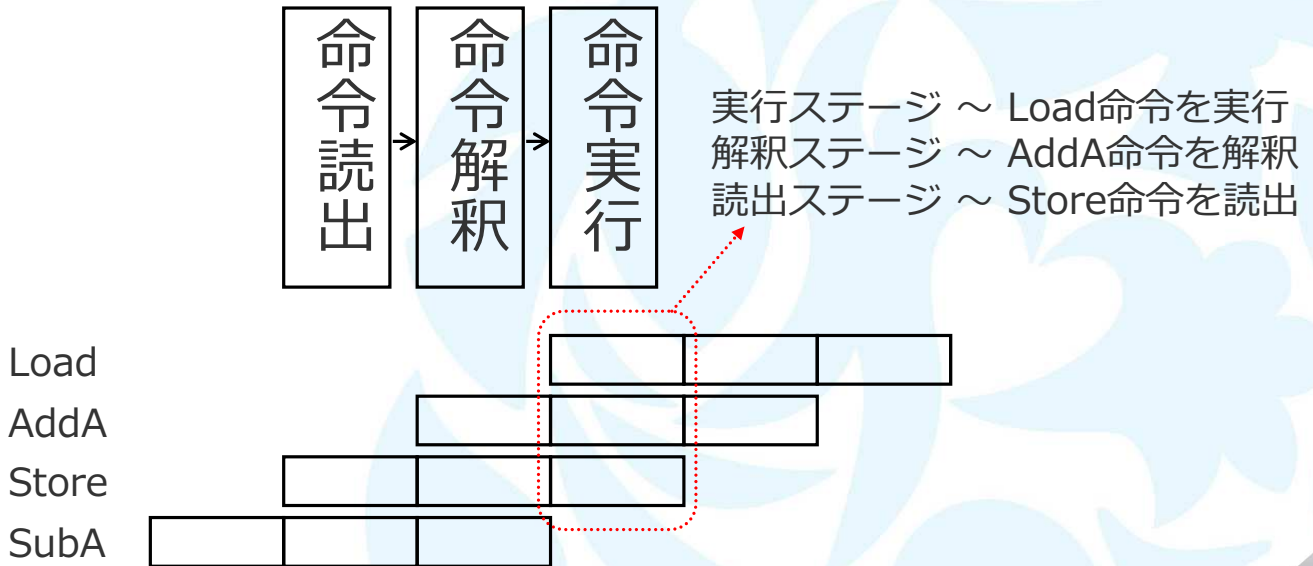
命令パイプライン

これらのステップをステージとして
パイプラインを作る



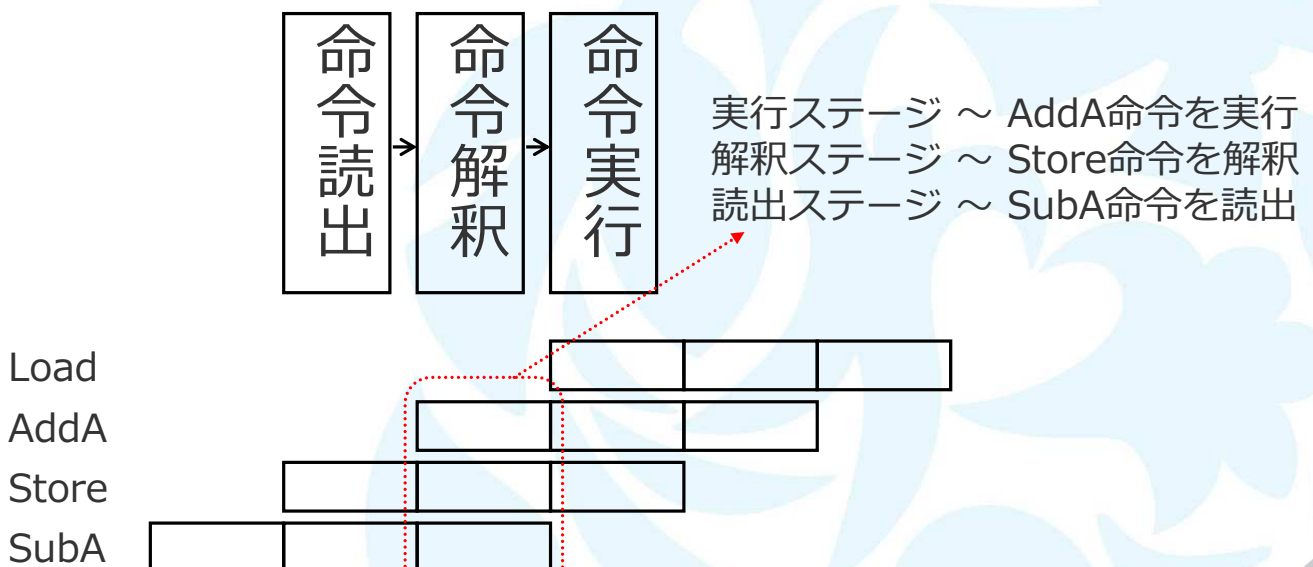
命令パイプライン

これらのステップをステージとして
パイプラインを作る



命令パイプライン

これらのステップをステージとして
パイプラインを作る



命令パイプライン

このように1つの命令の実行を
複数のステージに分割して
パイプライン化する
⇒ 命令パイプライン

28

命令パイプライン

このように1つの命令の実行を
複数のステージに分割して
パイプライン化する
⇒ 命令パイプライン

ステージ数を増やせば、並列度が上がり
高速化できる

Intel Core i7では16段程度まで増やしている

29

データパイプライン

同じ処理をしたいデータが
たくさんあるときに、パイプライン化

どういうときだろうか？

30



データパイプライン

同じ処理をしたいデータが
たくさんあるときに、パイプライン化

ベクトルや行列の計算
物理的なシミュレーション計算など

31



データパイプライン

同じ処理をしたいデータが
たくさんあるときに、パイプライン化

ベクトルや行列の計算
物理的なシミュレーション計算など
画像処理・生成など

32



データパイプライン

同じ処理をしたいデータが
たくさんあるときに、パイプライン化

ベクトルや行列の計算
物理的なシミュレーション計算など
画像処理・生成など

物理的なシミュレーション計算など ⇒
すべての点に対して同じ計算をする（ベクトル・行列）
昔のスパコンは「ベクトル計算機」であった
例： CDC-6600 (1964)、Cray-1 (1976)

33



データパイプライン

同じ処理をしたいデータが
たくさんあるときに、パイプライン化

ベクトルや行列の計算
物理的なシミュレーション計算など
画像処理・生成など

画像処理・生成など ⇒
最近のPCやグラフィックアダプタは画像処理
プロセッサ(GPU)を積んでいるが、これらはポリゴン
やピクセルごとに同一処理をするパイプライン処理が
主体になっている



パイプラインの用途のまとめ 命令パイプライン

データパイプライン



パイプラインの用途のまとめ

命令パイプライン

- ・ 1つ1つの命令実行を、パイプラインに組む
- ・ 読出・解釈・実行（更にここを多段にする）
- ・ PC用を含む広範なプロセッサで実用している

データパイプライン

- ・ 多数のデータに対し同じ処理を行う時に有効
- ・ ベクトル・行列のような数値計算（物理シミュレーションなど）や
グラフィック処理（画像の生成や処理）・マルチメディア処理（画像・音声など）
が中心

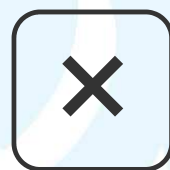
36



東邦大学



パイプラインの考え方が
分かりましたか？



↓
次へ

37



東邦大学

