

# エクサスケール時代のFortranの役割

佐藤 三久

理化学研究所 計算科学研究機構

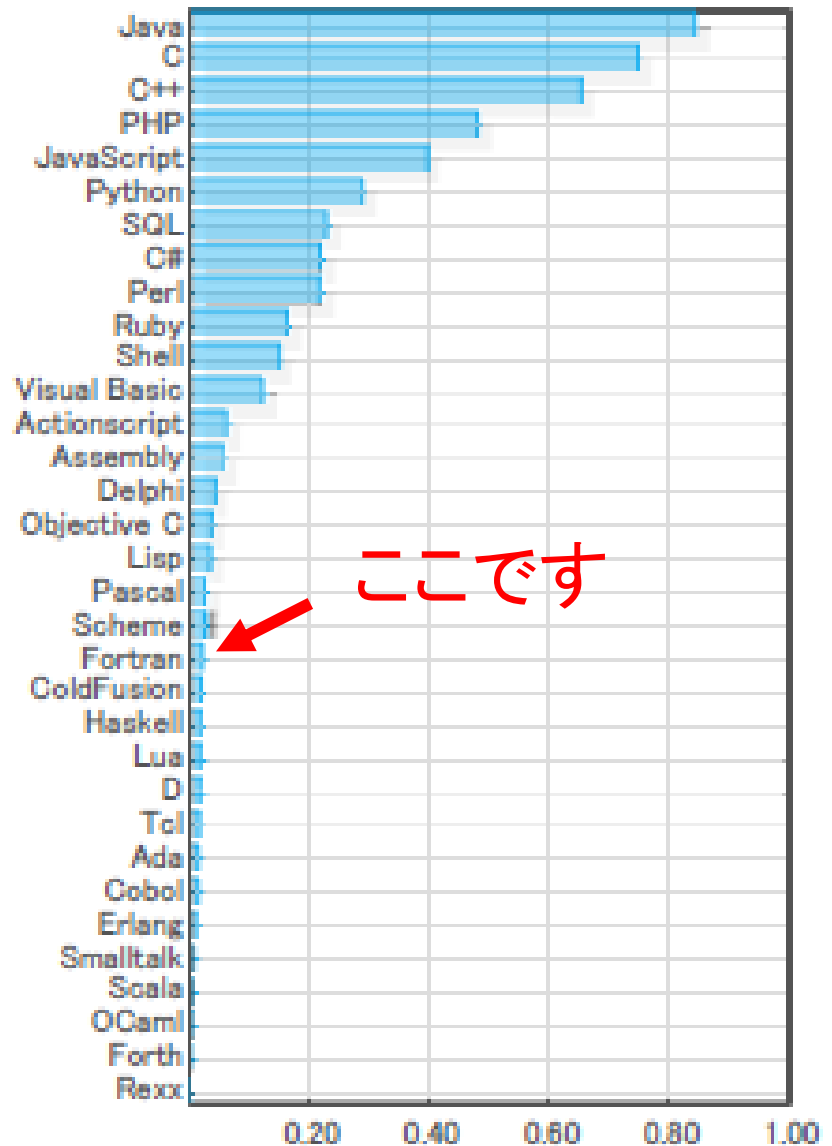
## まずは、私の(Fortranの)略歴から、...

- 昔は、Fortran 77のコンパイラを並列処理の研究用に作ってました。
- Fortran 77のOpenMPを作りました。Omni OpenMP
- XcalableMPの旗を振ってます。Fortran90をサポートしています！
- 自分でFortranのプログラムを書いたことはほとんどありません...

# ～Fortranは絶滅危惧種なのか？～

■ そうです！

Language Rank	Types	Spectrum Ranking
1. Java	🌐 📱 🖥️	100.0
2. C	📱 🖥️	99.3
3. C++	📱 🖥️	95.5
4. Python	🌐 🖥️	93.5
5. C#	🌐 📱 🖥️	92.4
6. R	🖥️	84.8
7. PHP	🌐	84.5
8. JavaScript	🌐 📱	78.9
9. Ruby	🌐 🖥️	74.3
10. Matlab	🖥️	72.8



ACM SIGPLAN

## しかし、実態は、...

- 実際、たとえば、「京」のアプリのほとんどが、Fortran
- ポスト「京」の重点アプリも、ほとんどがFortran

# ポスト京の重点アプリケーション

Program	Lang.	MPI	OMP	Availability (current version)	Availability (latest / development ver)
GENESIS	Fortran	o	o	GPLv2	NDA
Genomon	Perl	o	o	-	-
GAMERA	Fortran	o	o	NDA ( kernel only )	NDA ( kernel only )
NICAM+LE TKF	Fortran Fortran + C (IO)	o ?	o ?	BSD2 (full of NICAM-DC, kernel of NICAM, LETKF)	
NTChem	Fortran	o	o	BSD (fiber*)	NDA
FFB	Fortran	o	o	-	-
RSDFT	Fortran	o	o		
Adventure	C	o	o	-	-
LOCD <small>RIKEN Confidential</small>	Fortran	o	o	different version is included in fiber*	NDA

## しかし、実態は、...

- 実際、たとえば、「京」のアプリのほとんどが、Fortran
- ポスト「京」の重点アプリも、ほとんどがFortran
- HPCI-FSで開発されたMini-appも、ほとんどがFortran
- OpenMPも(XMPも)Fortranをサポート

# Fortranである理由は...

- 昔からのコードが、Fortranだった。
- Fortranのコンパイラがいい、... なぜか、...
- ... が、若い人とかUSでは、C++が増えているらしい、...

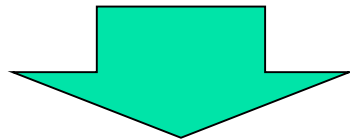
# Fortranは、「高級」言語である。

- The name FORTRAN is an acronym for **FOR**mula **TRAN**slation
- C(「低級」言語)の宣言は、サイズを指定する。  
`real A[100];`
- Fortranの宣言は範囲を指定する。  
`real A(100)    実は    A(1:100)`
- 配列の機能が豊富。式が、“自然”に書ける



# エクサスケールに向けた言語のトレンド

- 高レベル記述, たとえば、DSL
  - 並列性の記述・表現(ノード内、ノード外)
  - フレームワーク化
- 高スケーラビリティ
  - 大規模になっている。数万ノード、数百万コア



- 通信機能、PGAS(one-sided comm)
  - MPIで十分か? (スケーラビリティ)
- 同期のrelaxation
  - 非同期のマルチスレッド実行(OpenMP)
  - データフロー

# Fortranの(これからの)役割

- 以前のコードを引き継ぎ
  - Fortran 77の時代から、...
  - Fortran 77 + allocatable のコードも ...
  - “エコシステム”ができている、...
- 高性能なコンパイラのインフラとして(なぜか、Fortranはやはい)
- このレベルでは、  
Fortran (C, ...whatever ...) + MPI  
は残るだろう

# Fortranの期待される役割

- 高レベルな記述 (Array Section, ... 並列解析技術)
  - もっと、ユーザーがつかわないと、成熟しない
  - グローバルな並列化 (ノード間) にも使えれば、望ましいが、少なくとも、ノード内 (マルチコア、メニーコア、SIMD) には有用

# 配列記述、Array Section

## Fortran 77 Solution

```
REAL a(5, 5), b(5, 5), c(5, 5)
```

```
...
```

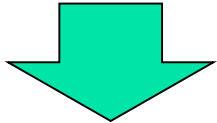
```
DO 20 i = 1, 5
```

```
DO 10 j = 1, 5
```

```
c(j, i) = a(j, i) * b(j, i)
```

```
10 CONTINUE
```

```
20 CONTINUE
```



```
Real phi(n,n,n), omega(n,n,n, factor), factor
```

```
factor = 1.0/6.0
```

```
DO 100 I = 1, iter, 1
```

```
Phi = factor*(
```

```
CSHIFT(phi, dim=1, shift=-1)+
```

```
CSHIFT(phi, dim=2, shift=-1)+
```

```
CSHIFT(phi, dim=3, shift=-1)+
```

```
CSHIFT(phi, dim=1, shift=+1)+
```

```
CSHIFT(phi, dim=2, shift=+1)+
```

```
CSHIFT(phi, dim=3, shift=+1)) +
```

```
omega
```

```
100 continue
```

## Fortran 90 Solution

```
REAL, DIMENSION (5, 5) :: a, b, c
```

```
...
```

```
c = a * b
```

# Object-oriented programming in Fortran

- Fortranでも、OOができるらしい。

```
type shape
  integer :: color
  logical :: filled
  integer :: x
  integer :: y
end type shape
type, EXTENDS ( shape ) :: rectangle
  integer :: length
  integer :: width
end type rectangle
type, EXTENDS ( rectangle ) :: square
end type square
```

```
type shape
  integer :: color
  logical :: filled
  integer :: x
  integer :: y
contains
  procedure :: initialize
end type shape
```

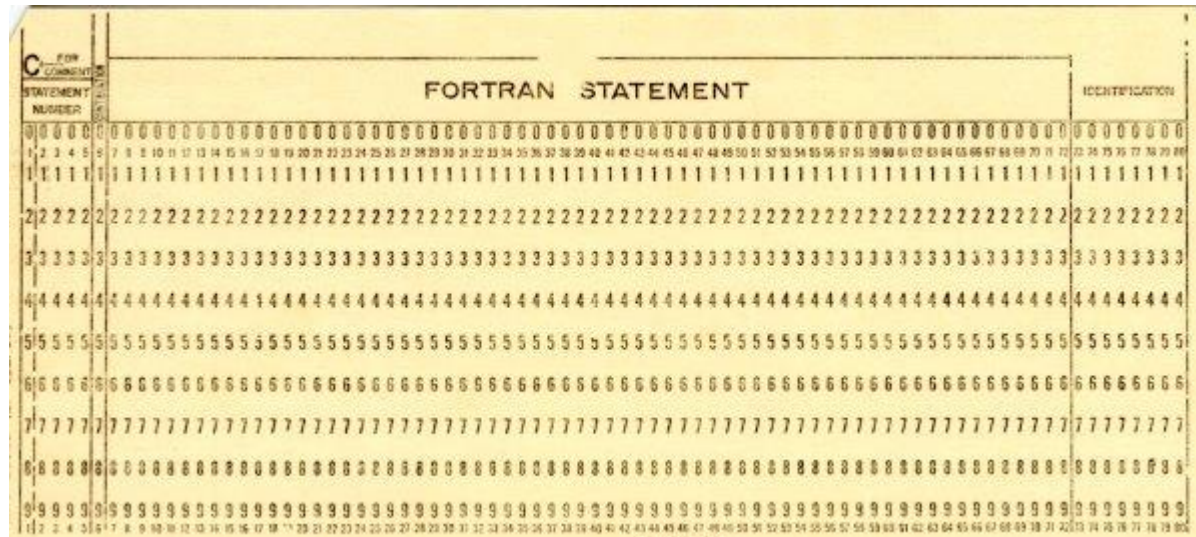
# Fortranの期待される役割

- 高レベルな記述 (Array Section, ... 並列解析技術)
  - もっと、ユーザーがつかわないと、成熟しない
  - グローバルな並列化 (ノード間) にも使えれば、望ましいが、少なくとも、ノード内 (マルチコア、メニーコア、SIMD) には有用
- PGAS, 通信機能
  - Co-Array で、十分か
  - 言語の中に入れるべきか、という議論もある。
  - XcalableMP
- マルチスレッド
  - OpenMPで十分？
  - データフローまでは、いかない ...

# 最後に

“I don't know what the language of the year 2000 will look like, but I know it will be called Fortran.”  
—Tony Hoare, winner of the 1980 Turing Award, in 1982.

Scientific computing's future: Can any coding language top a 1950s behemoth?  
Cutting-edge research still universally involves Fortran; a trio of challengers wants in.  
by Lee Phillips - May 8, 2014  
<http://arstechnica.com/science/2014/05/scientific-computings-future-can-any-coding-language-top-a-1950s-behemoth/>



A Hollerith card that, when punched, will contain one Fortran statement.

**ご清聴ありがとうございました。**



Language Rank	Types	Spectrum Ranking
1. Java	🌐 📱 🖥️	100.0
2. C	📱 🖥️	99.3
3. C++	📱 🖥️	95.5
4. Python	🌐 🖥️	93.5
5. C#	🌐 📱 🖥️	92.4
6. R	🖥️	84.8
7. PHP	🌐	84.5
8. JavaScript	🌐 📱	78.9
9. Ruby	🌐 🖥️	74.3
10. Matlab	🖥️	72.8

