

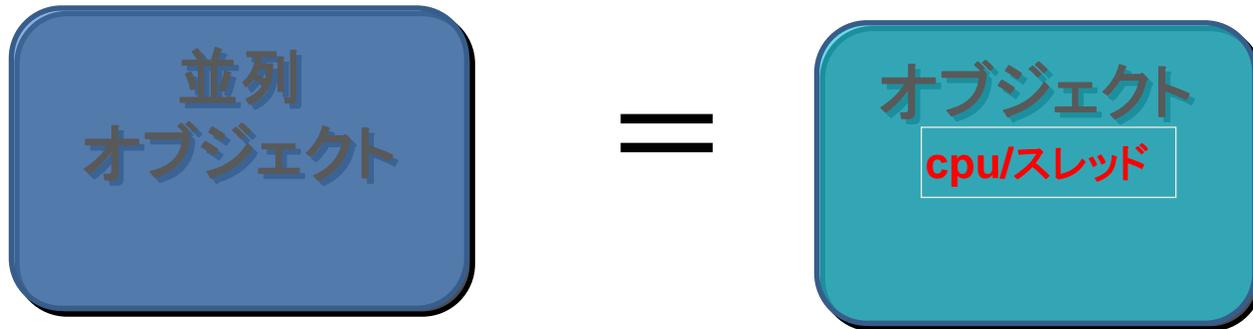
- 並列オブジェクトを用いた大規模システム
  - Second Life
  - Twitter (Facebook)
  - NAMD (ナノバイオ分子動力学)
- 超並列、many-core時代に入っの重要性

# 1975年ごろ並列オブジェクトを思いついた

モデル記述とプログラミングの両方を目指して,...

- 並列オブジェクト:

1. (状態をもつオブジェクト + スレッド)をカプセルに閉じ込める



2. 並列オブジェクト同士の非同期的メッセージ送信

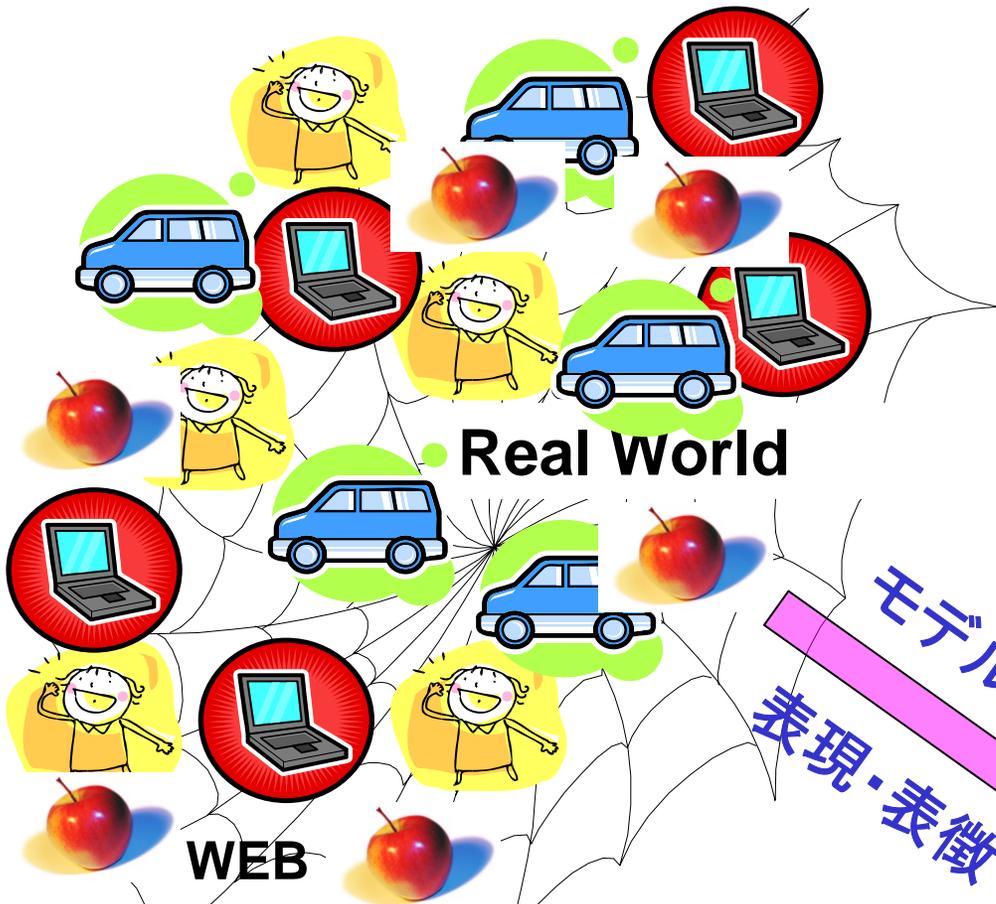
- 少し違ったアプローチ (Actor)

-C.Hewitt and H.Baker:

*Laws for communicating Parallel Processes, IFIP1977*

-G.Agha: *A Model for Concurrent Computation in Distributed Systems*,  
MIT Press 1987

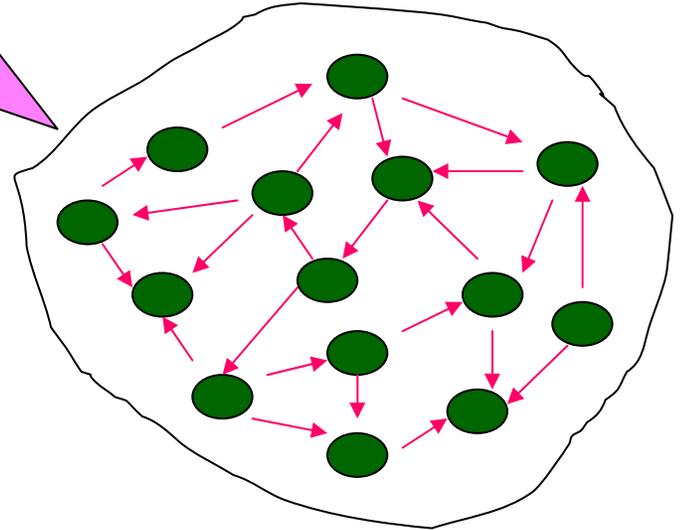
# 並列オブジェクトによる モデル化と シミュレーション



事物,人々,  
コンピュータ群 &  
それらの相互作用

モデル化  
表現・表徴

並列オブジェクト群 &  
メッセージのやりとり



# 並列オブジェクトのポイント

1. メッセージ(イベント)駆動型処理(message-driven)
2. 非同期メッセージ送信(asynchronous comm.)
3. 情報の交換・共有手段はメッセージのやりとりのみ
4. 制御の流れとデータ・情報の流れが一致してる
5. 多数の並列オブジェクトを用いて(超)高度並列性
6. 安全な軽量プロセス(light-weight process)
  - lock, unlock操作が不要
7. 自然なモデリング
  - 自然な分割の単位 — 機能(データとプログラム)

# Second Lifeシステム

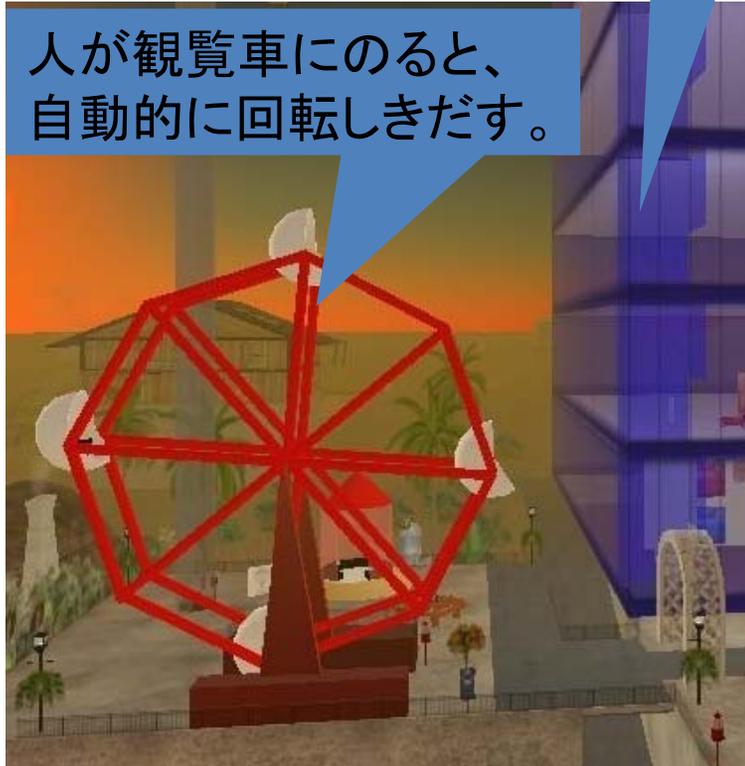
- Linden 社が、オンライン仮想世界を  
ユーザが作る仕組みを提供している、  
ユーザに自由に作らせている
- 数100万人のユーザがいた。
  - 教育用
  - ビジネス(営業、プレゼン、紹介、。。。)
  - ゲームをつくる
  - 。。。
- ◎ 登場物やアバタは**並列オブジェクト**として  
表現・プログラムされている
- ◎ Second Lifeで、これらはscripted objectと呼ばれる

# Second Life システム

# 「セカンドライフ」で使われる 並列オブジェクト

エレベータ

人が観覧車にのると、  
自動的に回転しきだす。



○登場物やアバタは  
並列オブジェクトとして  
表現・プログラムされてる!!

Image from “Programming Second Life with the  
Linden Scripting Language” by Jeff Heaton  
(<http://www.devx.com/opensource/Article/33905>)

# Second Life 中の並列オブジェクト

- Jim Purbrick, Mark LentcznerはOOPSLA07の招待講演 :  
“*Second Life: The World’s Biggest Programming Environment*”,

で、つぎのように述べている:

# 登場物とアバタは互いにメッセージをやりとりをしながら協調している。

# 各登場物とアバタは以下のようにプログラムされる:

1. 自分自身の状態をもつ,
2. 到着するメッセージに反応する手続き・ソッドを持っている、
3. 異なる状態ごとに異なる反応をすることができる、
4. 自分自身のスレッドをもっている

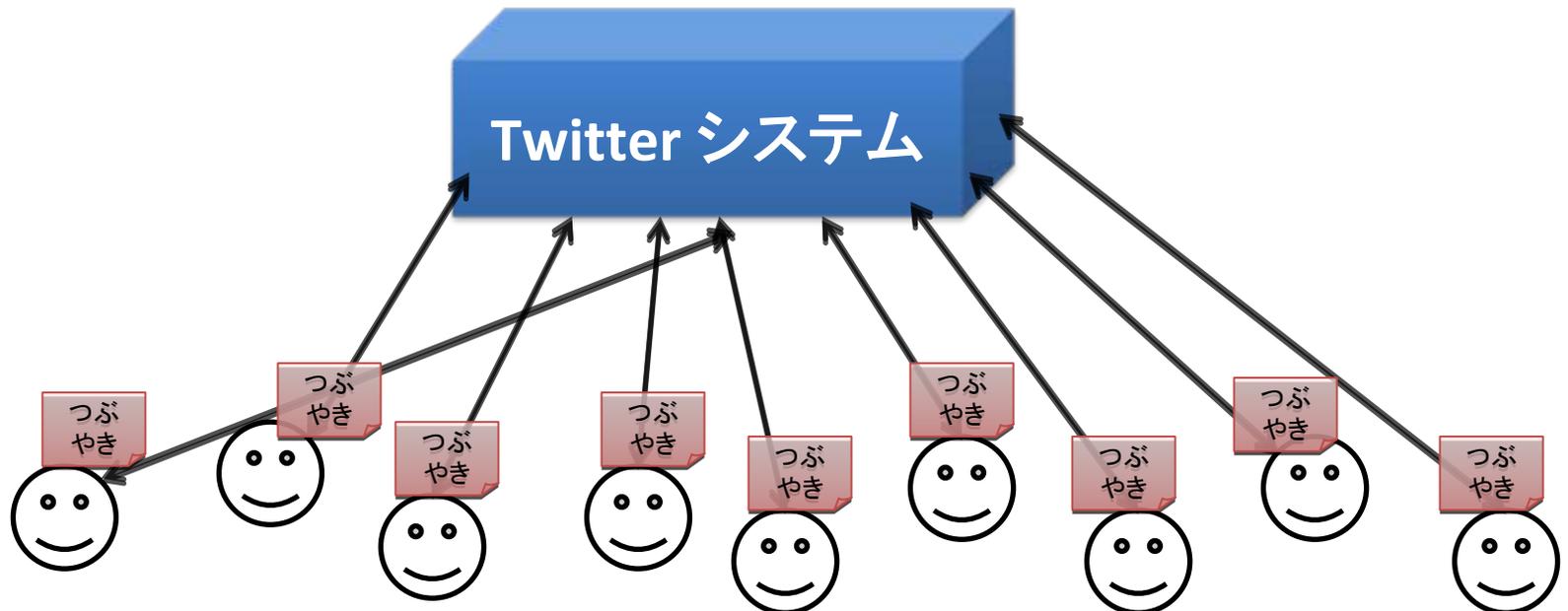
並列オブ  
ジェクト  
そのもの

– Second Lifeでは、約200万個の登場物がプログラムされ、それらが動いている。

# Twitter システム

# Twitter (ツイッター) とは

- 利用者同士が「つぶやき」と呼ばれる短いメッセージを互いに送りあう通信サービス
  - 利用者数は**5000万人**ともいわれている
    - 米国では多数の政府機関が情報公開等に利用している



# Twitterシステム

- 米国Twitter Inc.のサービスで、利用者同士が「つぶやき、さえずり」を共有できる
- メールとブログの中間サービス(140文字まで)
- 事前に登録した利用者リアルタイムで伝わる
- 日常の出来事を「つぶやき」として共有で、  
親睦や迅速な情報伝達が可能
- PC, 携帯電話等で使えるため、  
新しいメディアとして注目を得ている

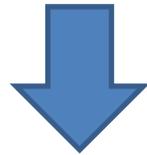
# Twitterの重要性

- 利用者数： 5000万人以上 ⇒ 。。。
- 速報性：  
Obamaの動静、声明  
インフルエンザの最新情報(勧告、感染例、治療法)  
その他、NASA,疾病予防局、FBI、国土安全省、。。。
- 2008年11月8日、ムンバイ同時多発テロ、現地の目撃者や生存者がTwitterを用いて発信。既存メディアに先んじて世界に発信・報道された

# Twitterと並列オブジェクト

- Twitterの実装:

超大量の「つぶやき」を同時に高速処理する必要



多数の並列オブジェクトによって

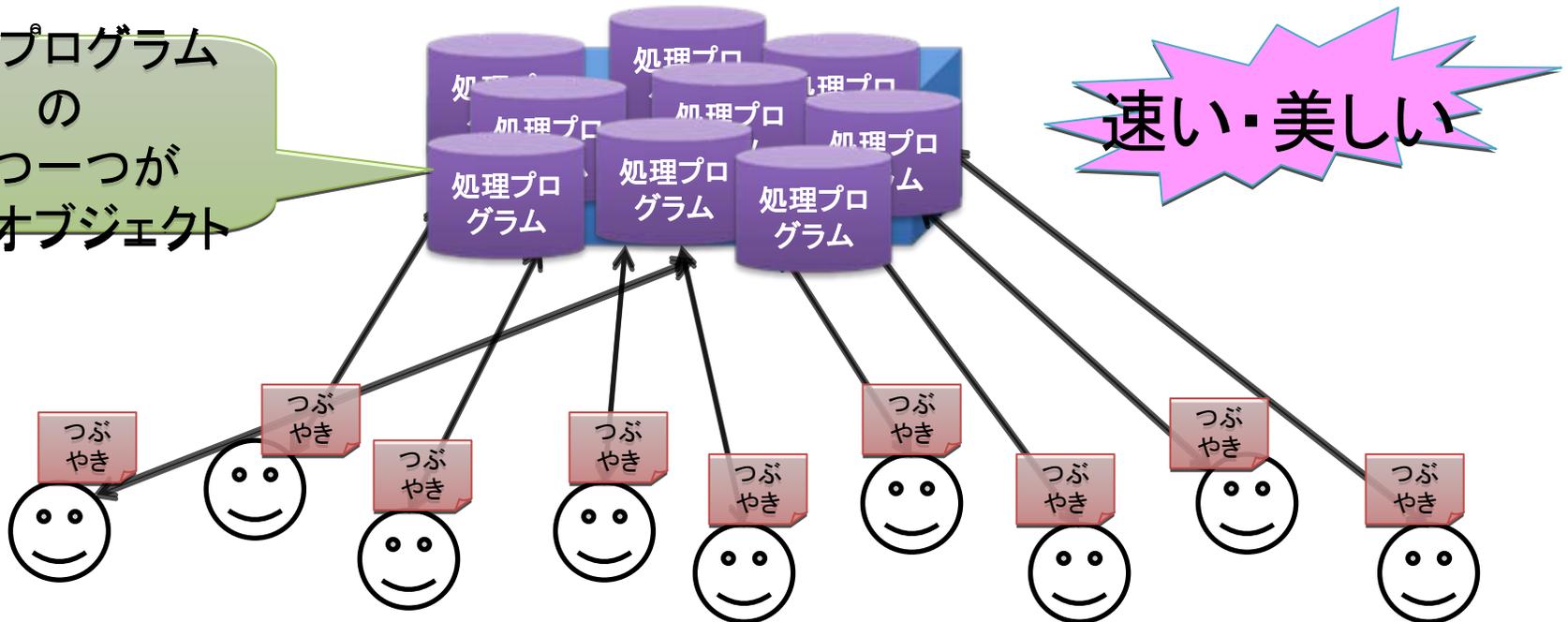
- Scala言語とその並列オブジェクト(actor) 機構でプログラム!

古い実装では Ruby on Railsが使われていた

# 実際の Twitter システム

- 「並列オブジェクト」を用いて実装されている
  - このため高性能で安定したシステムの構築が容易になった
    - 具体的には、「つぶやき」の処理を行うプログラムを「並列オブジェクト」として多数用意している

処理プログラムの  
の  
一つ一つが  
並列オブジェクト



# なぜ並列オブジェクトが使われたか

## Robey Pointerの話:

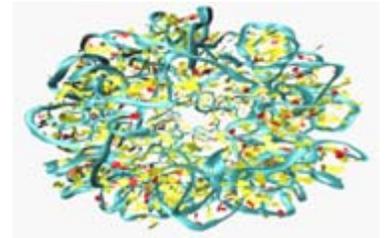
ユーザがログインするごとにバックエンドに 並列オブジェクトを生成してゆく

- 並列オブジェクトがプログラムの記述を簡潔にする！
  - メッセージ駆動性と非同期メッセージ
  - コア部分は1600行以下のプログラム
- 高速処理が可能かつ、極端な負荷集中に対処できる  
(瞬間的に数万？の同時つぶやき)
  - 軽量スレッド(と多数の並列オブジェクトによる負荷分散)
- 普通のthreadを多数使って、「つぶやき」の待ち行列の処理は通常  
の負荷なら可能だが、それでもthread同士の排他処理(lock, unlock)が困難！  
プログラムの安全性が保証が困難
- 一つの並列オブジェクトには一threadしかない、lock,unlockが不要

# NAMD

ナノバイオ向け分子動力学  
スパコン用アプリケーション

# NAMD[1996]



- スパコン向け、ナノスケールの分子動力学simulator
  - 2002年、Gordon Bell 賞を受賞
  - イリノイ大学の2グループの学際共同開発  
計算機科学のProf. Kale  
理論生物学のProf. Schulten
  - 並列オブジェクトシステムCharm++で開発・記述
- “NAMD is a parallel, object-oriented molecular dynamics code designed for high-performance simulation of large biomolecular systems.”
- 1 fs 時間を1ステップとしてシミュレーションする
  - 各分子にかかる力を1ステップごとに計算、  
次の時刻での各分子の位置と速度を更新

# Charm++[1993]

- Prof. Kaleのグループが設計・開発した、並列計算機向け、  
並列オブジェクト言語システム

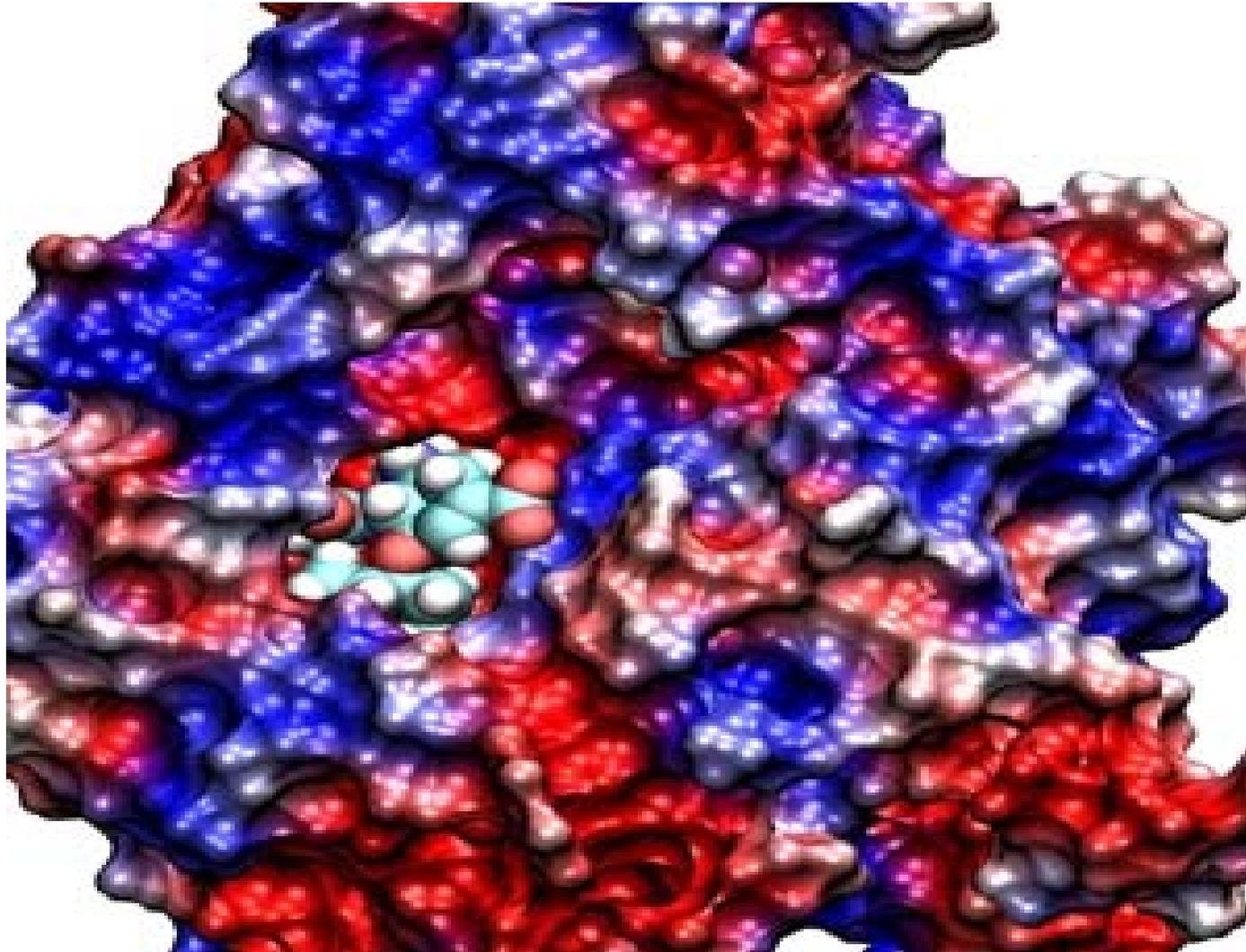
(a concurrent object-oriented system with a clear separation between sequential and parallel objects)

我々が設計・開発したABCL言語への引用多数

- NAMD, OpenAtom(量子化学), ChaNCA(銀河生成)等の開発に使用
- 実行時系に動的な負荷分散のframeworkを持つ
- 1千から1万個CPUを持つマシン利用して動作している
- Charm++で記述されたアプリケーションは、
  - 米国の二つの主要スーパーコンピュータセンターが保有している計算資源の15%から20%を使用するほど

Image from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/rnn/RRN1015>

*This still from a Quicktime movie represents a view of the drug buried in the binding pocket of the A/H1N1 neuraminidase protein.*

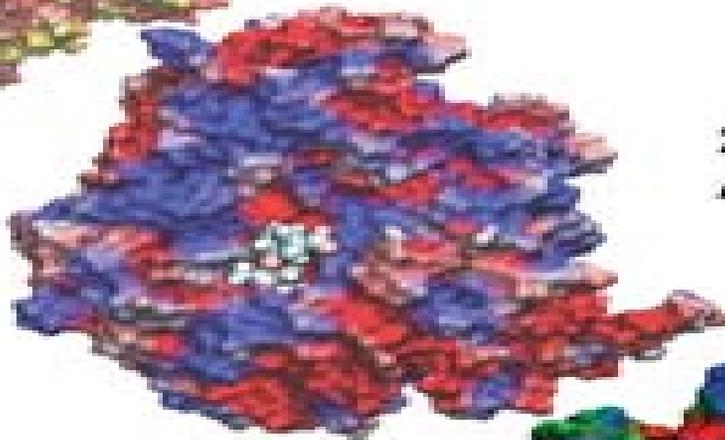


# NAMDによる新型ウイルスの解析

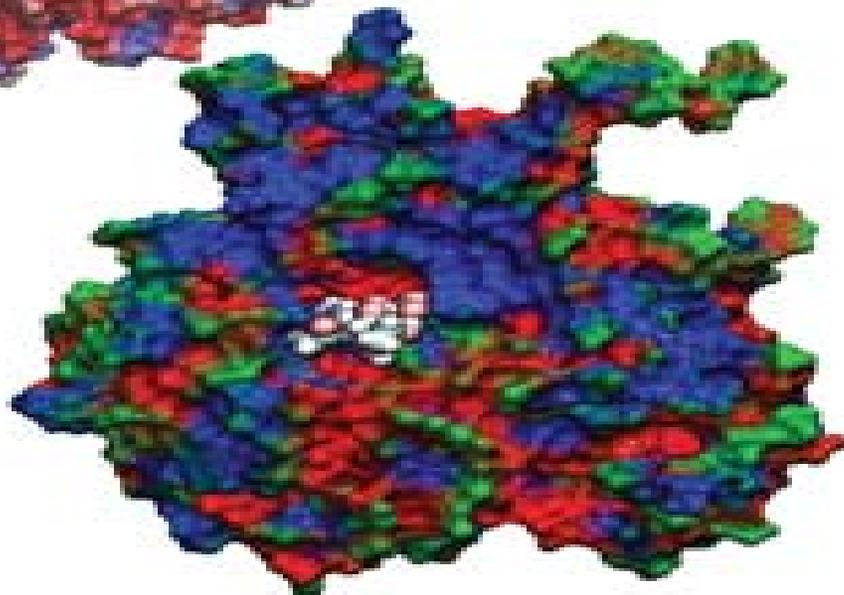
- イリノイ大のスパコンで新型ウイルス(A/H1N1タンパク質)の分子構造解析をしていた [2008]
- 新型ウイルスで死者が出た [2009.4]
- テキサス大の最新鋭スパコンRangersの2000~3000プロセッサを2週間借り切ってシミュレーション
- このシミュレーションで、タミフルがどのように neuraminidase に結合するか明らかにし、A/H1N1タンパク質の構造変化(ウイルスの変異)が抗タミフル作用が生じるか明らかにした



**1918 H1N1  
Spanish Flu**



**2003 H5N1  
Avian Flu**



**2009 H1N1A  
Swine Flu**

Image from Molecular modeling of swine influenza A/H1N1, Spanish H1N1, and avian H5N1 flu N1 neuraminidases bound to Tamiflu and Relenza  
Ly Le,<sup>\*</sup> Eric Lee,<sup>†</sup> Klaus Schulten,<sup>‡</sup> and Thanh N. Truong