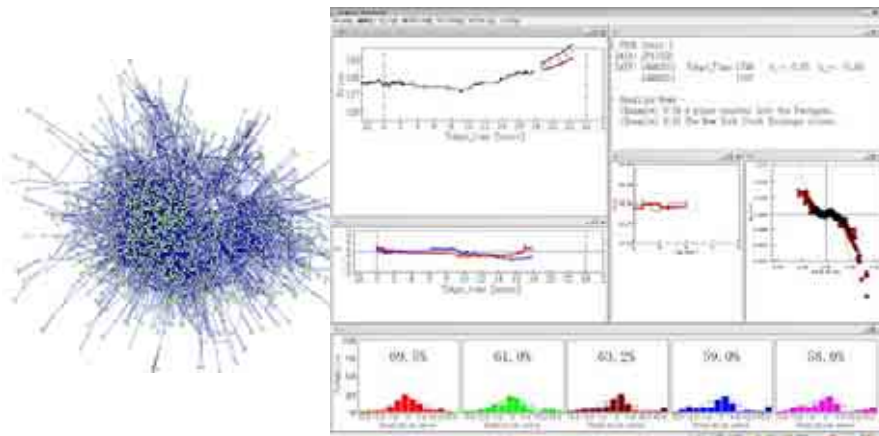




経済物理学の観点から 経済現象や人間集団の科学に向けた計算機環境

東京工業大学大学院総合理工学研究科
高安美佐子



金融市場
企業ネットワーク
POSデータ
ロコミ解析

経済物理学発展の背景

コンピュータの発達と金融システムの理解

“ 私は、天体の動きは計算できるが、
人間の狂気ばかりは測りきれなかった ”

(Newtonが、南海バブル崩壊で株を大損したとき)

1720年

測定手法が無かった



21世紀

コンピュータ発達・ネットワークの整備
電子システム上に膨大な取引記録

ニュースの影響・政情不安 (非定常)



集団的パニック行動・暴徒と化す (非独立)
一連の大変動・システムのリスク (非正規)

コンピュータと経済物理学

21世紀の社会・経済現象における**情報量の爆発的増加**

金融データ

1日1万回×100万種類

小売データ

120万種の商品のレシート情報

大規模業務データ

企業データ

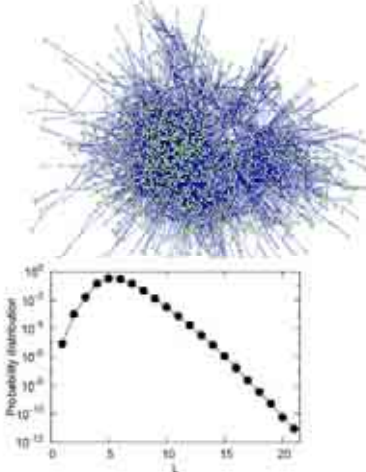
100万社の財務データ・ネットワーク(TSR・TDB)

Web上口コミ情報

Blog 1日400(150)万記事

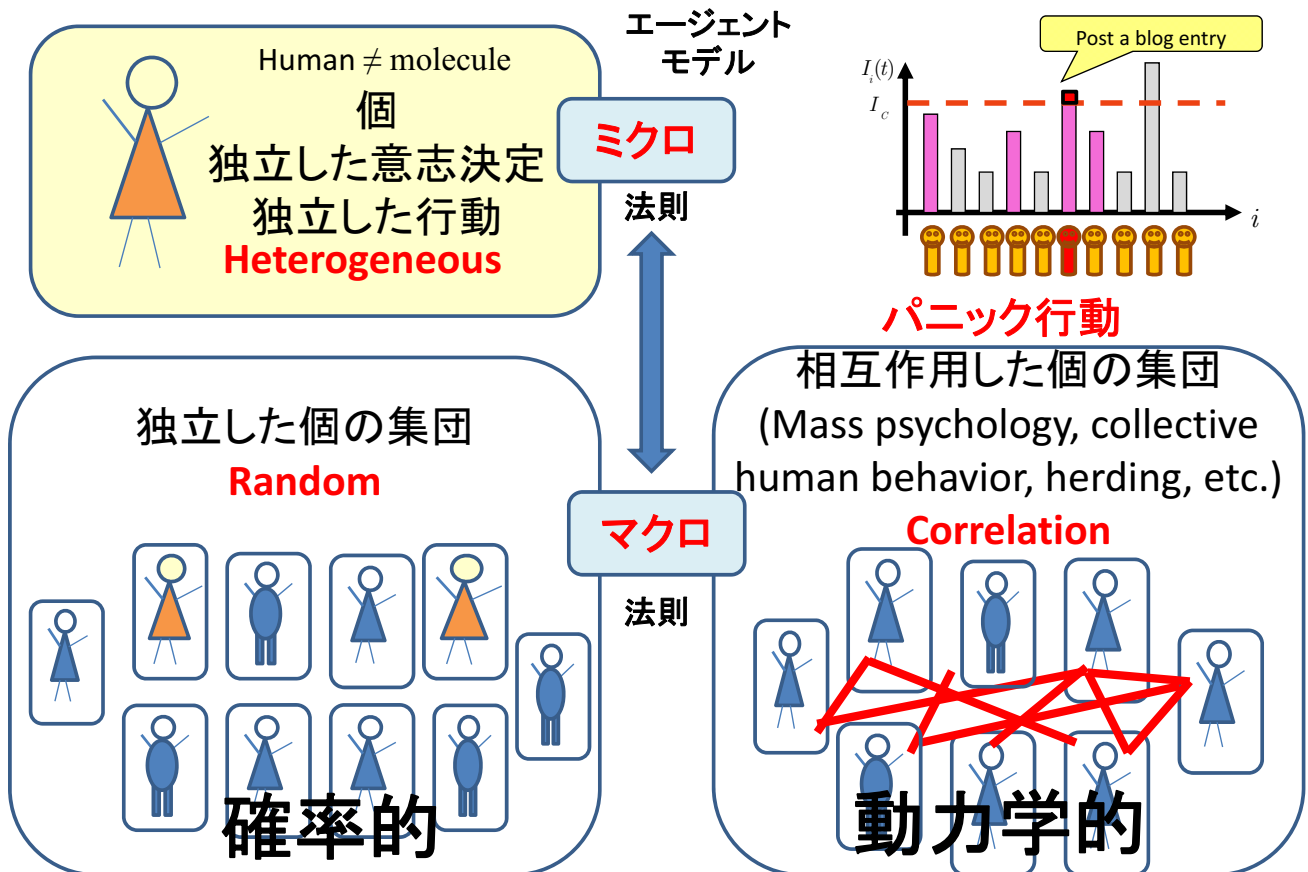
2ch 1日300万記事

Twitter1日1200万記事



コンピュータネットワークの普及
コンピュータの計算能力の向上
コンピュータシステム上に膨大な人間の活動の記録が残されている
観測可能

個々の人間の振る舞いと集団の振る舞い



金融市場

外国為替市場 + 株式市場 + 国債市場 + ...

✓ 株式市場だけを見ても、世界中では数十万銘柄。現物・先物など、100万銘柄が並列に動いている。**大規模・相関ネットワーク**

✓ 現在では、金融市場は全てコンピュータ化されており、**ミリ秒を争う自動売買**が支配的になっている (**リアルタイム性**)。
(光速も問題になるので、金融機関は、少しでも物理的にサーバーに近い所にオフィスを設置する)

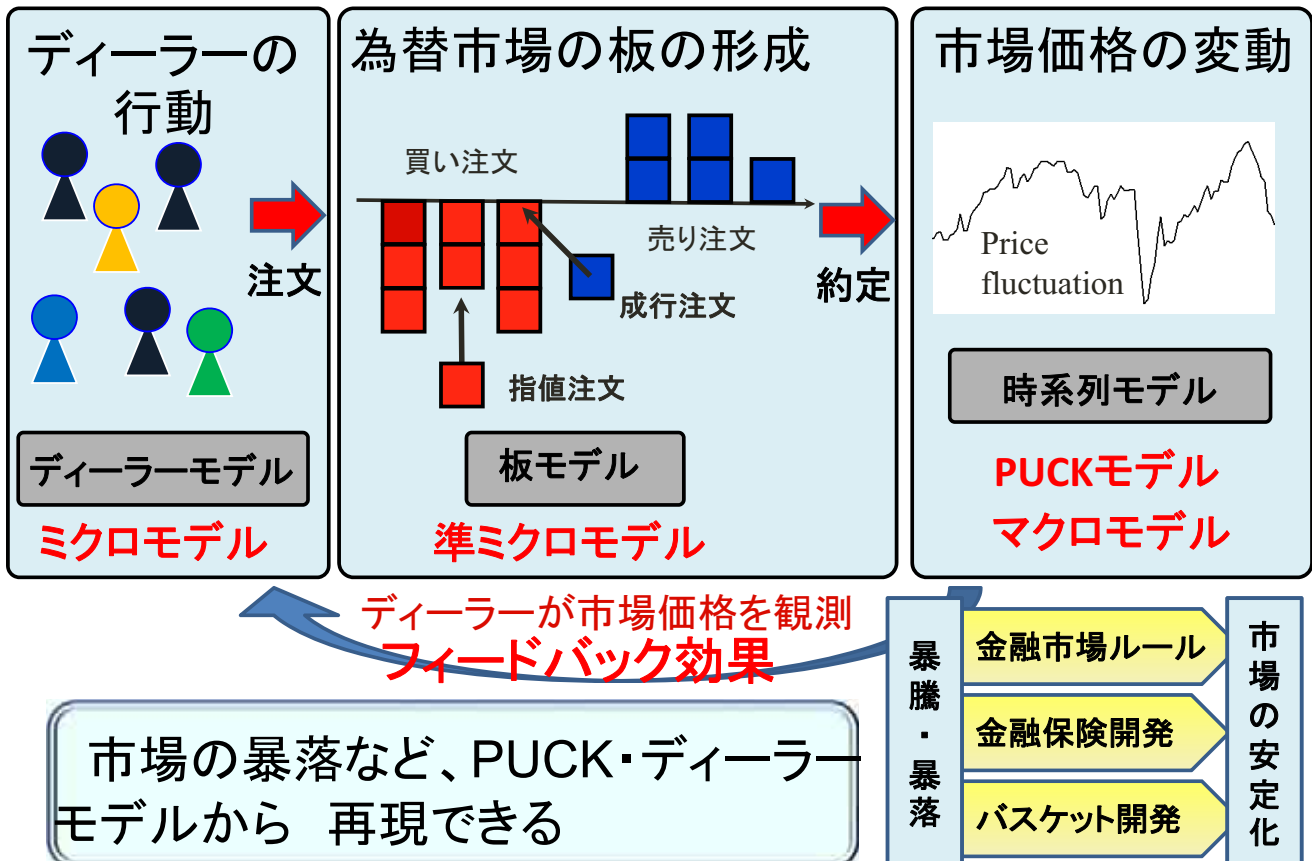
今の金融市場は、コンピュータ同士の自動売買の戦場。

金融市場の監視は、人間には不可能！！！！

金融市場の管理・運営の現場では、**暴落・連鎖暴落を未然に防ぐ自動監視システムの開発が求められている。**

経済物理による市場のモデル(PUCK・ディーラーモデル)

ミニマルパラメータの金融市場の3つ階層別モデル化

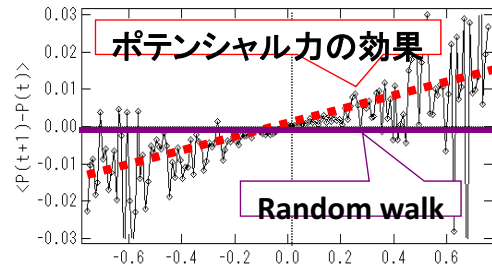
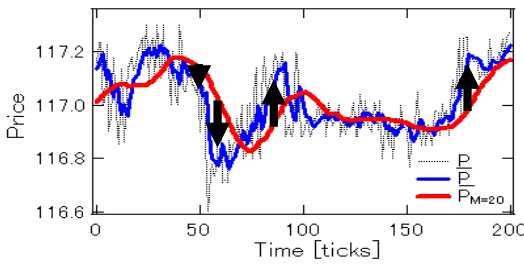


1つの市場を分析するだけでも、かなりの計算量が必要

何を計算するのか？

- 1) 市場価格の時系列から、ランダムウォークとのずれを観測し、定量的に記述する。
- 2) 金融派生商品の値付けには膨大なシミュレーションが必要。
- 3) 市場間相互作用の計算。

例えば、ランダムウォークとのずれの観測



$$P(t) - P_M(t)$$

時系列からランダムウォークからの乖離(加速度)を計算する

高安美佐子、岩波講座・計算科学 6 計算と社会
第2章 金融市場 - 経済物理学の視点から (2012)

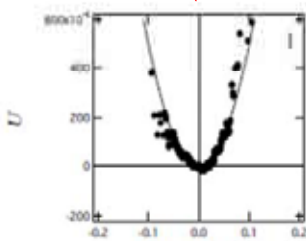
観測事実を丸ごと記述できる経済物理モデル(PUCKモデル)

通常のランダムウォークに加えて
時間とともに変化するポテンシャル力
を想定する
市場の潜在的な力

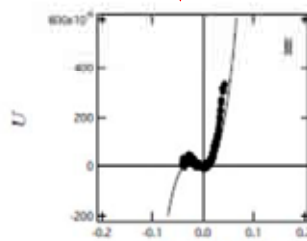
K. Watanabe, H. Takayasu M. Takayasu
Phys.Rev.E80, 056110(2009)

$$\bar{P}(t+1) - \bar{P}(t) = -\frac{\partial}{\partial x} \phi(x) \Big|_{x=\frac{\bar{P}(t) - \bar{P}_M(t)}{M-1}} + F(t)$$

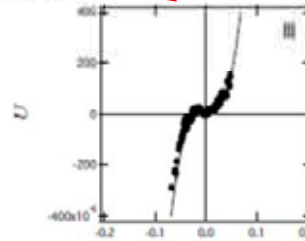
価格 ポテンシャル力 ランダム



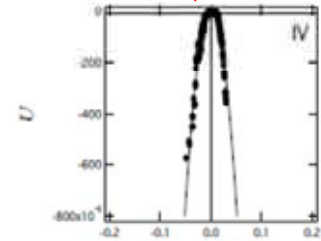
安定な状態
引力



弱い安定状態
下落の可能性

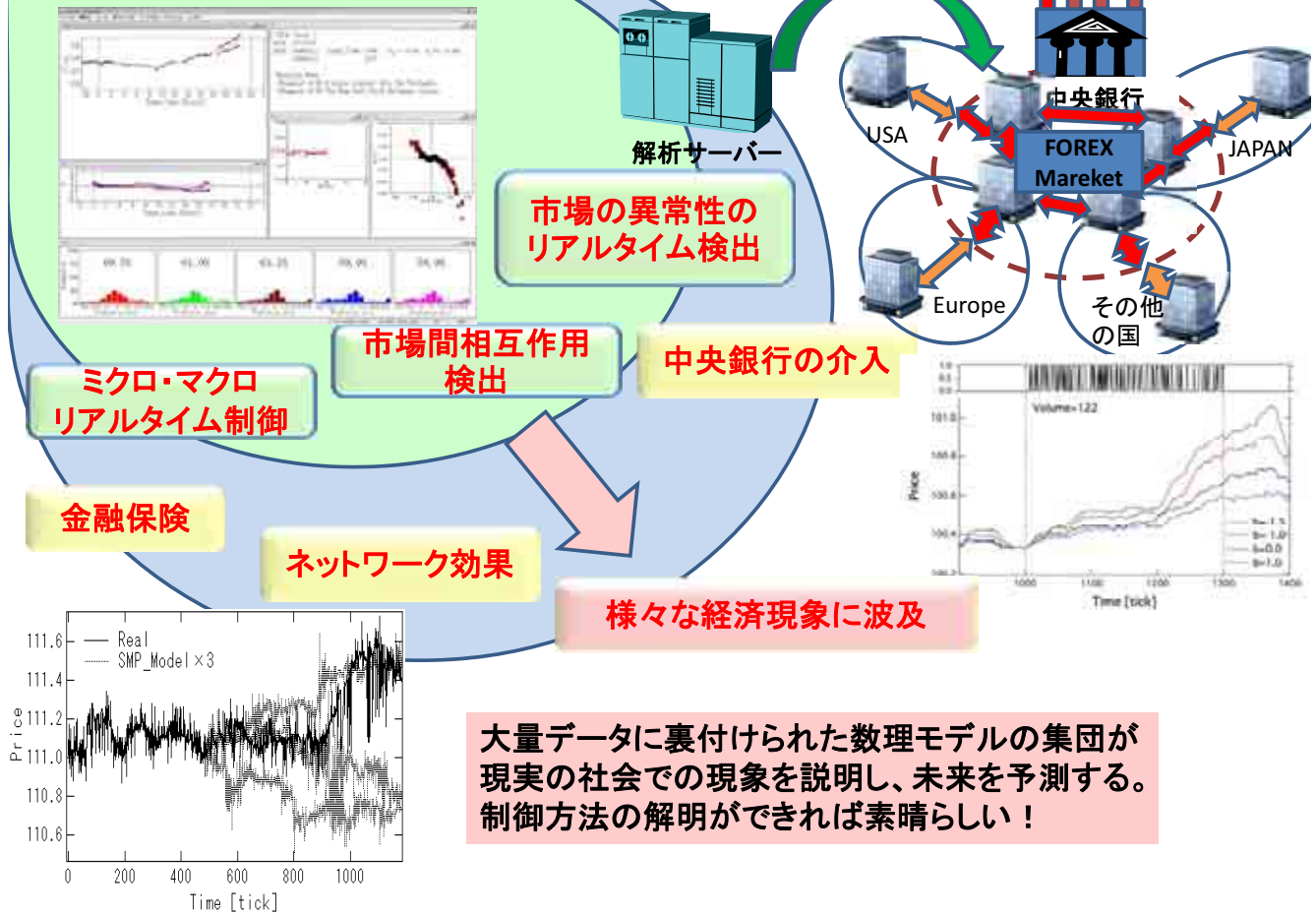


大きく下落する状態
方向性のある力



不安定な状態
反発力

金融・経済システムの安定化



企業ネットワーク

日本国内で、100万社の程度の企業が活動しており、それぞれの財務データ、取引関係(売り手、買い手)のデータが年度別にある。

**100万社 × 100万社 の取引ネットワーク構造を解析する。
100万 × 100万の行列計算が必要となる。**

【過去に利用したスパコン】

地球シミュレータ、TSUBAME

HA8000クラスシステム(T2K 東大)

FX10 スーパーコンピュータシステム(Oakleaf-FX)

【ノードの構成(HA8000もFX10も同じ)】

プロセッサ数(コア数) 16

主記憶容量(メモリー容量) 32GB

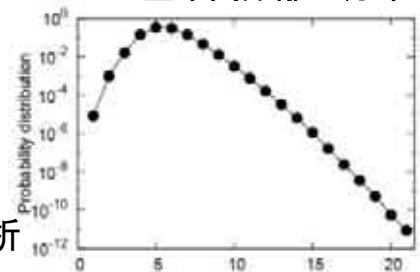
Misako Takayasu, et al

Annual Report of the Earth Simulator Center April

2007-March 2008, P.263



2つの企業間距離の分布



【企業間ネットワークのシミュレーション】

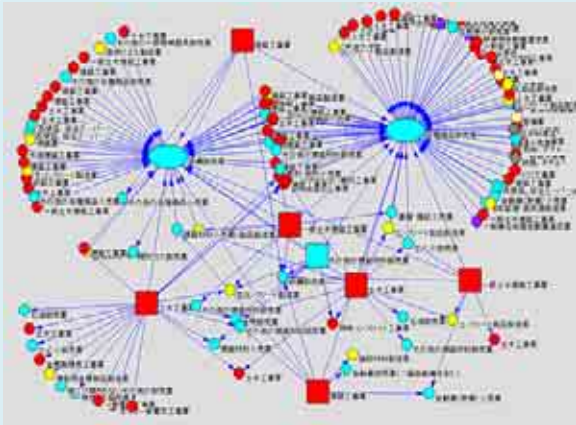
空間構造は複雑ネットワーク。

実ネットワーク上で売上高という属性情報を用いた分析

ランダムにつなぎ替えたネットワークを多数作成

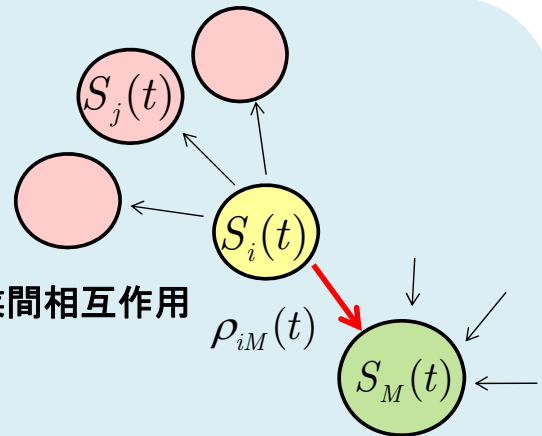
実ネットワークとつなぎ替えたネットワークで比較して分析

100万社の巨大企業システムの解析



W.Miura, H.Takayasu, M.Takayasu,
Phys. Rev. Lett., 108, (2012) 168701

ネットワーク構造の成長ダイナミクス



企業間相互作用

H.Watanabe, H.Takayasu, M.Takayasu,
New Journal of Physics 14(2012) 043034

ネットワーク上の輸送ダイナミクス

堅牢な企業構造・連鎖倒産

シミュレーション予測

ネットワーク成長モデル

輸送モデル

統一モデル

これから起こりうる災害などによる企業の被災規模をネットワーク構造から科学的に推定する。(企業版スピーディ)

これから起こりうる災害などによる企業の被災規模をネットワーク構造から科学的に推定する。(企業版スピーディ)

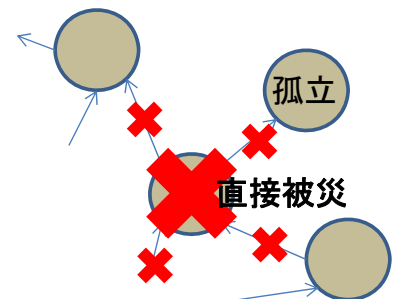
東日本大震災の被災規模は？

TDBのデータから東北地方の産業の被災規模を推定する。

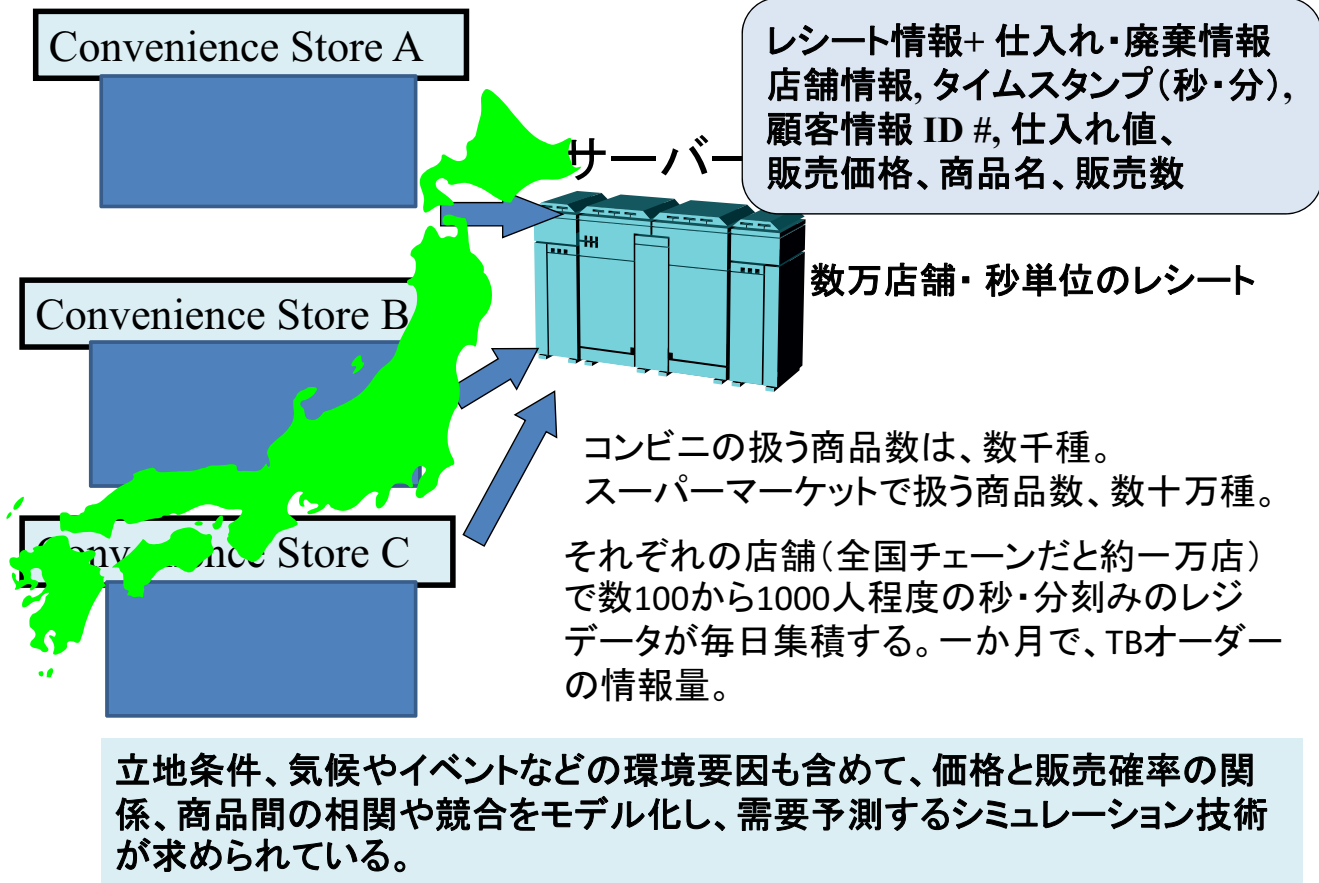
- ✓ 崩壊、津波、原発事故による**直接的被害規模額**は？
- ✓ 直接ではないが企業ネットワークによる**間接的被害規模額**は？

e.g. 2011.3.11津波による被害の推定例

利用データ: 2011.1の企業取引ネットワーク
浸水被害企業データ



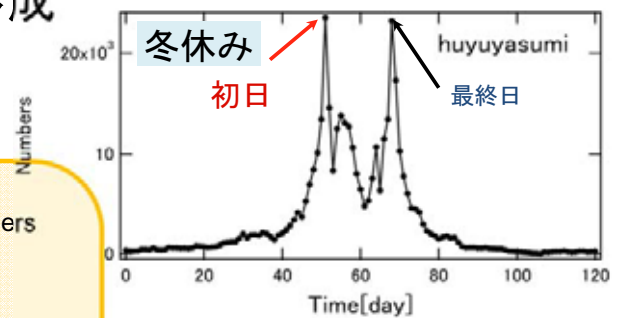
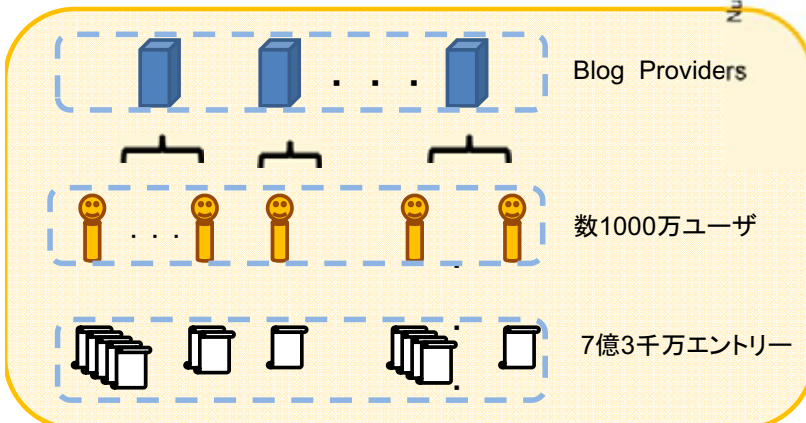
スーパー・コンビニの高頻度Point-of-Sale データ



Analysis of internet blogs and twitter articles : ブームの形成

検索システム (Denstu Buzz Research)

電通+ホットリンクとの共同研究



日本だけでも毎日数百万人がブログを書き込んでいる

まだ、基本的な数理モデルが構築されつつある段階であるが、近い将来、それらを活用して、ブログ書き込み行動の超並列型のシミュレーションができるようになる。

リアルタイムで国民世論の推定、ブームの生成・衰退、パニック行動の予兆をとらえることができるようになる。

他にも、世界では次のような研究が進んでいる・・・

携帯電話データを用いた位置の移動、通話・メールネットワークの分析

カーナビGPSデータを用いた自動車の移動の統計性や、渋滞の発生・消滅、事故の発生事象などの分析

電子マネーなどを用いた人の移動、購買行動などの分析

- ✓ 社会・経済活動の研究は、データ解析や数理モデルの構築から、シミュレーションによる予測や制御をターゲットとしたニーズがある。ビジネスの現場では、リアルタイム性も必要である。
- ✓ 人間の集団的な行動に関連するデータ分析とシミュレーションの現場では、多くの計算量が必要となる。国内のデータでは、典型的には、数百万から数千万程度のノードの相互作用の計算となる。(記述したいエージェントの数だけ必要)
- ✓ 様々なデータを複合して、解析する方向性にある。
- ✓ 社会の相互作用は、複雑ネットワーク。パラメータを変えたり、ランダムイズしたりする分析の重要性。計算量が負担になる。