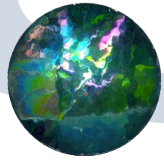
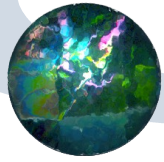


複雑ネットワーク 研究テーマなど



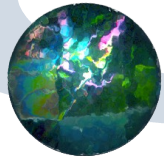
自然・社会はネットワーク

- インターネット
- Webのリンク
- 知人の繋がり
- 映画俳優の共演関係
- 論文を共著する関係
- 食物連鎖
- たんぱく質の反応連鎖
- 電力網



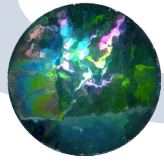
従来のモデル化の方法

- 連続体と考えて偏微分方程式を作る
 - 要素の繋がり具合が無視される
- 正規格子上に要素を並べる
 - 要素ごとに隣接する要素数が異なる効果が無い
 - 要素の変更の情報の伝播が遅い
- でたらめなグラフに要素を置く
 - 要素ごとに隣接する要素数が異なる効果が無い
 - 要素の変更の情報の伝播が速すぎる



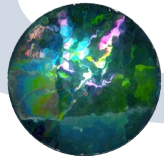
共通の性質がある

- 規則的でもでたらめでもないネットワーク
- 要素間の距離が短い
 - Six Degree
 - Small World
- べき的性質
 - 富者はより富み、貧者はより貧しくなる
 - 一人勝ちが起こる
 - ファットテイル



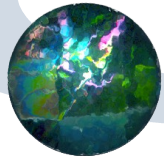
なぜそのようなネットワークなのか

- 規則的ネットワーク
 - 要素間の距離が遠い
 - 情報伝達が遅い
- 乱雑なネットワーク
 - 要素間が近すぎる
 - 破壊が急速に伝わる
- 中間のネットワーク
 - 変化が適度に伝わる
 - 地理的、経済的制約
 - 冗長性がある



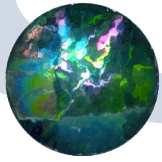
Milgramの実験

- 1967年に実験
- 手紙を目的の人Aまで届ける
 - 直接その人を知らないならば、親しい人のうちAに近づくような人に手紙を送る
- 数回の転送で到達する、あるいは全く到達しない
 - small world

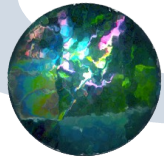


Kevin Bacon ゲーム

- Kevin Bacon と共演した俳優
- Kevin Bacon と共演した俳優 と共演した俳優
- Kevin Bacon と共演した俳優 と共演した俳優 と共演した俳優
- ...
- <http://oracleofbacon.org/>
- <http://www.imdb.com/>



氏名	Bacon Number
Julia Roberts	1
Marcello Mastroianni	2
Audre Hepburn	2
高倉 健	3
Jean Reno	2
John Travolta	2
Eddie Murphy	2
Keanue Reeves	2

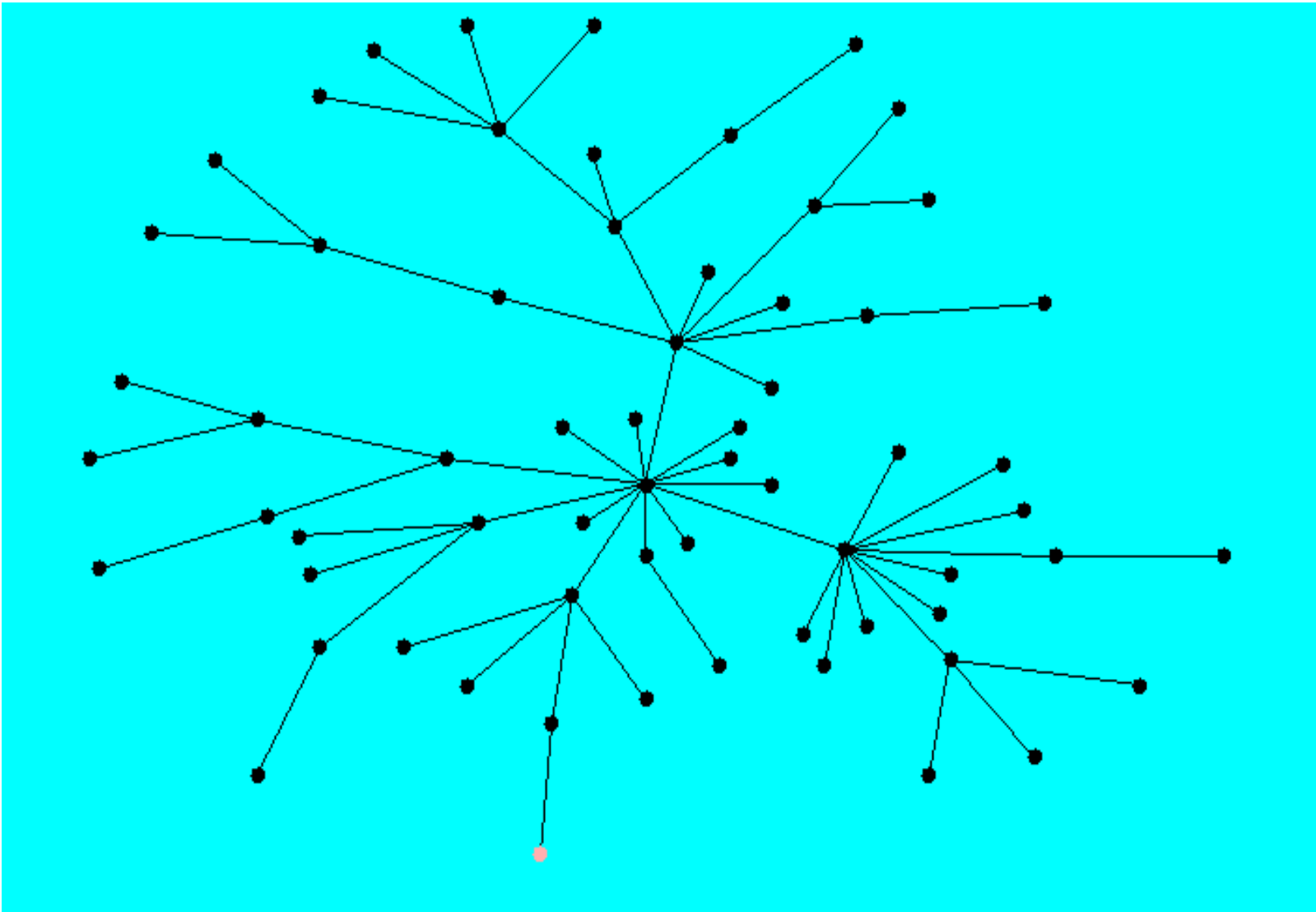
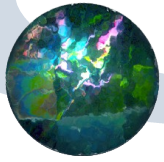


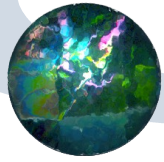
Barabási-Albert モデル

- 各時刻で新しい点が発生する
- 新しい点は、既存の点に向けて一本の弧を作る
- 既存の点が接続先に選ばれる確率は、その点の次数に比例する

- 多数の弧を集めている点は、ますます多数の弧を集める
- 次数分布

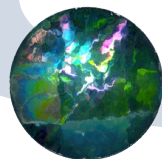
$$P(k) \sim k^{-3}$$



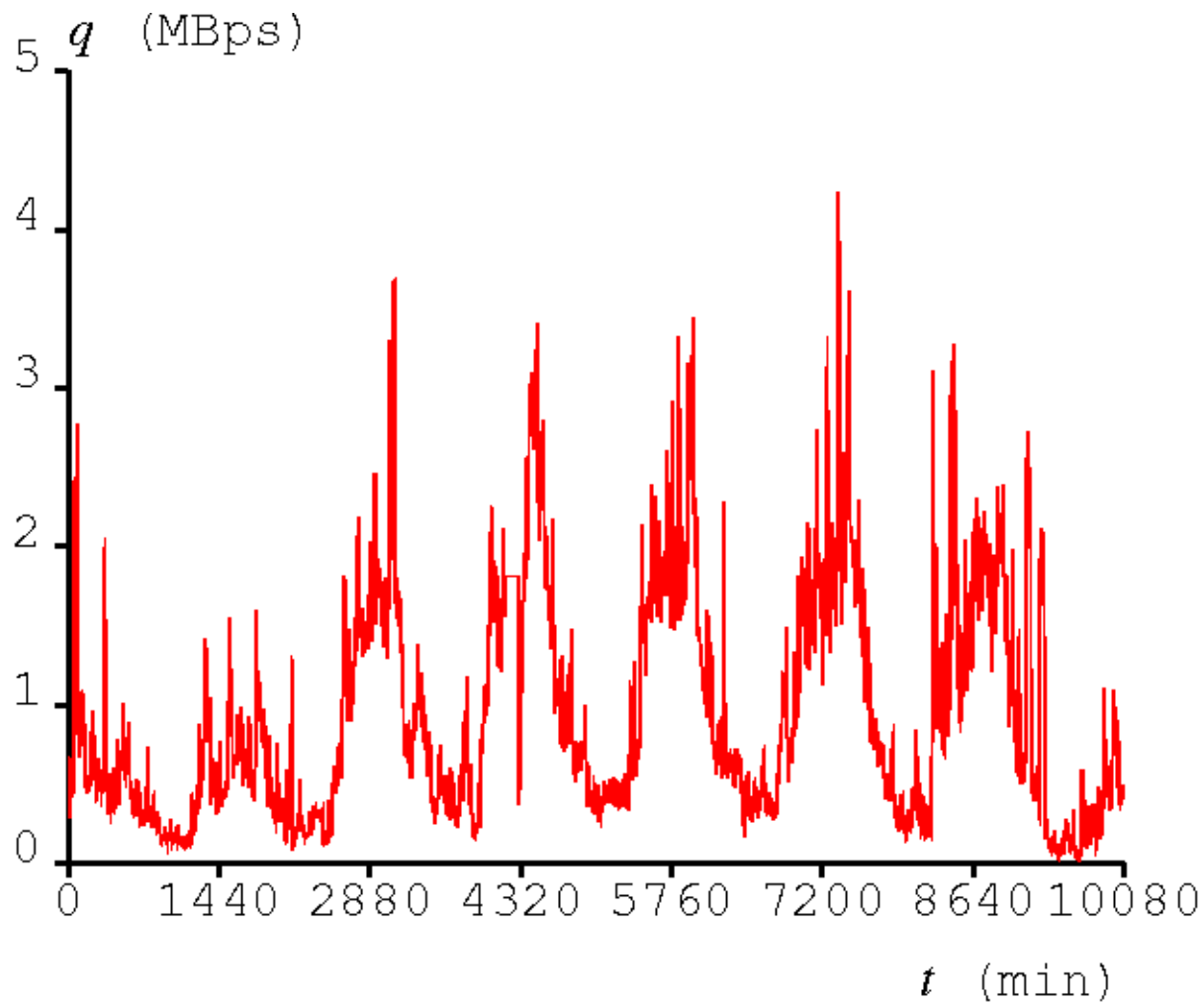


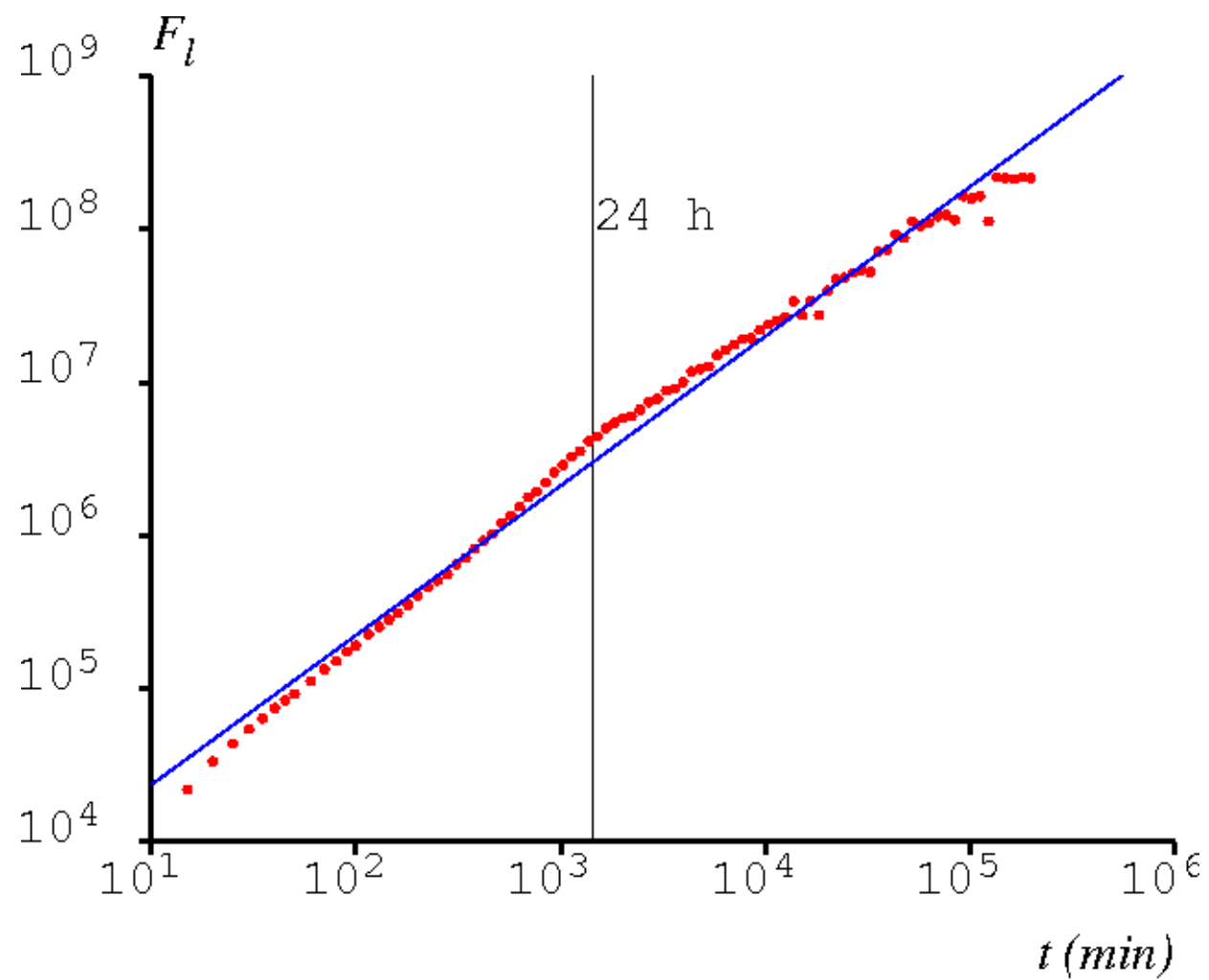
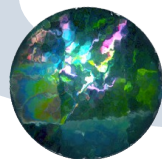
ネットワーク上の流れ

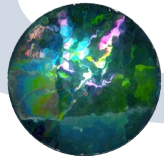
- 高速道路の車の流れ
 - その場所の性質で決まるもの
 - 高速道路網の性質を反映しているもの
- インターネットの情報の流れ



インターネット上のパケット流

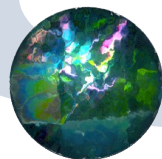






良くわかっていない

- パケット流に現れる $1/f$ 的ゆらぎは、ネットワークの構造に由来するのか
- インターネットが持っている様々な機構によるのか
- 人間の活動が $1/f$ 的なのか



テーマいろいろ

- 伝染病
- ネットワーク破壊
- 最適化