

地理的近接性に着目した 共同出願特許ネットワーク分析

同志社大学 井上寛康

ネットワークとイノベーション

イノベーションを促す仕掛け：

→ 産業クラスター計画



組織間ネットワークの構築が重要



共同研究開発ネットワークはそのうちの1つ

→ 網羅的な把握はほとんどされていない

ネットワークに関する研究は発展著しい



グラフ理論

- ケーニヒスベルグの橋, 一筆書き

社会ネットワーク分析

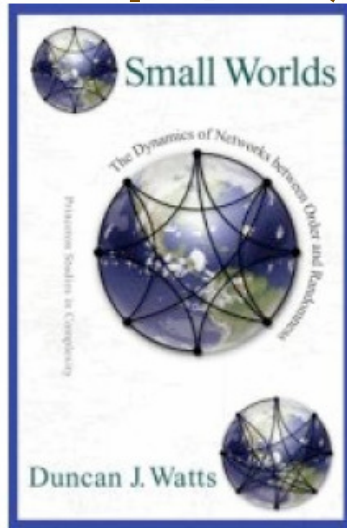
- 弱い紐帯の力

統計物理

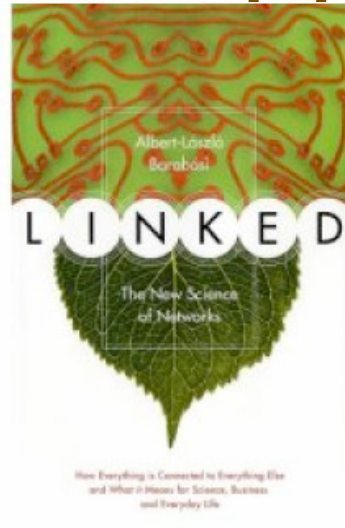
- 相転移・臨界現象, フラクタル

ネットワーク科学

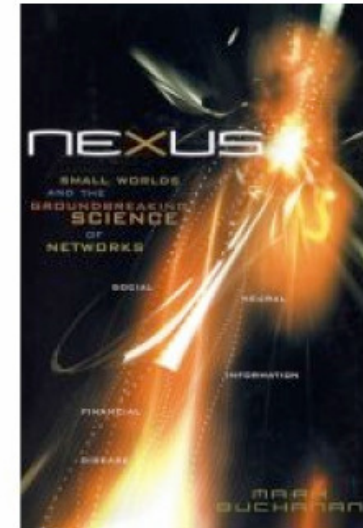
近年出版された書籍



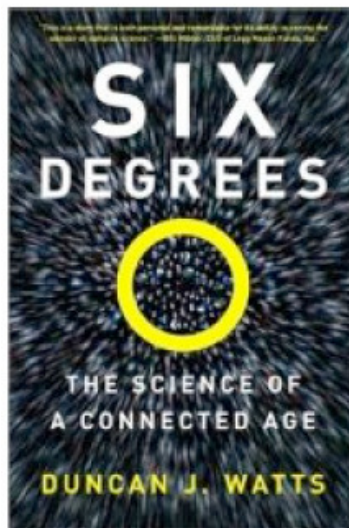
Watts 1999



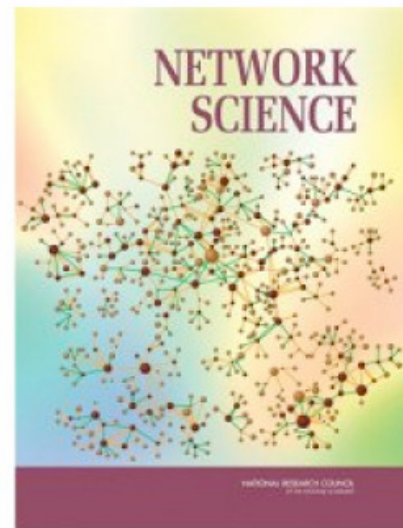
Barabási 2002



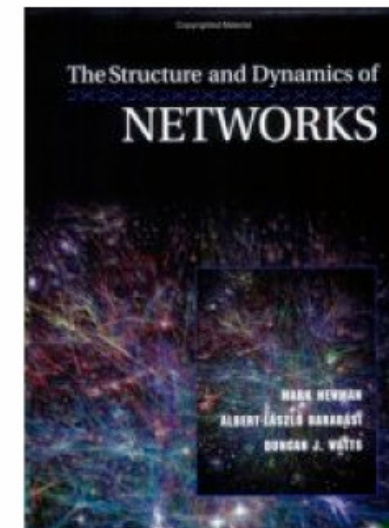
Buchanan 2002



Watts 2003



National Research Council (U.S.) 2005



Newman, et al. 2006

本研究の目的

- 共同研究開発のネットワークを分析
- ネットワークがどのような成長モデルによって形成されたか把握

共同研究開発と特許

企業は基本的に共同研究開発先は公開しない



共同出願特許はそれら活動を網羅的に把握できる唯一のデータ

注：

共同出願特許は共同研究開発の活動の一部に過ぎない

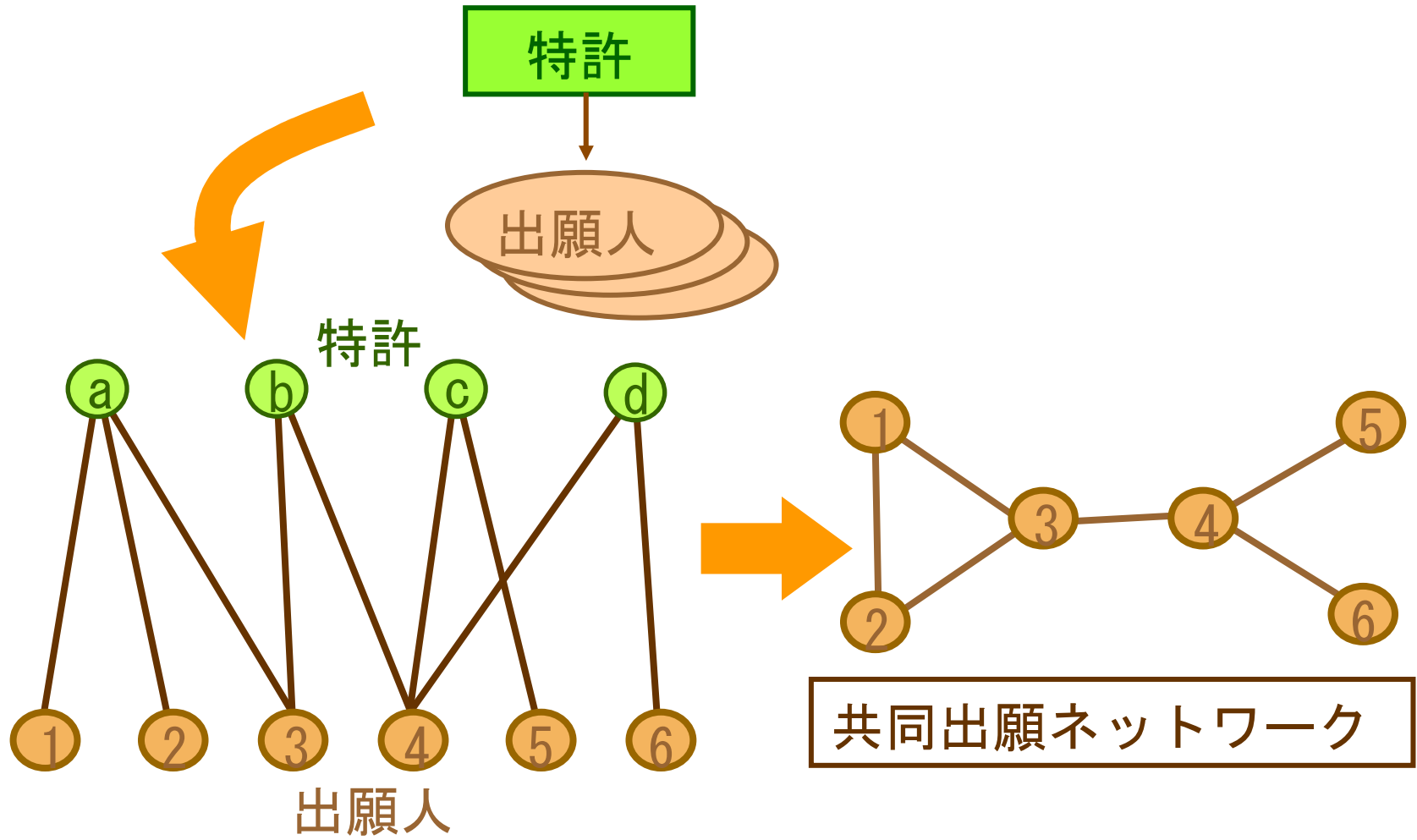
しかしながら、どのような企業同士が結びつくのかという

統計的なパターンは利用可能である

日本特許のデータベース

| | |
|---------|--------------------------|
| 期間 | 1994 - 2003 |
| 特許数（出願） | 4,998,464 |
| データの項目 | 出願人名, 出願人住所, 発明者住所 |

共同出願ネットワークを作る

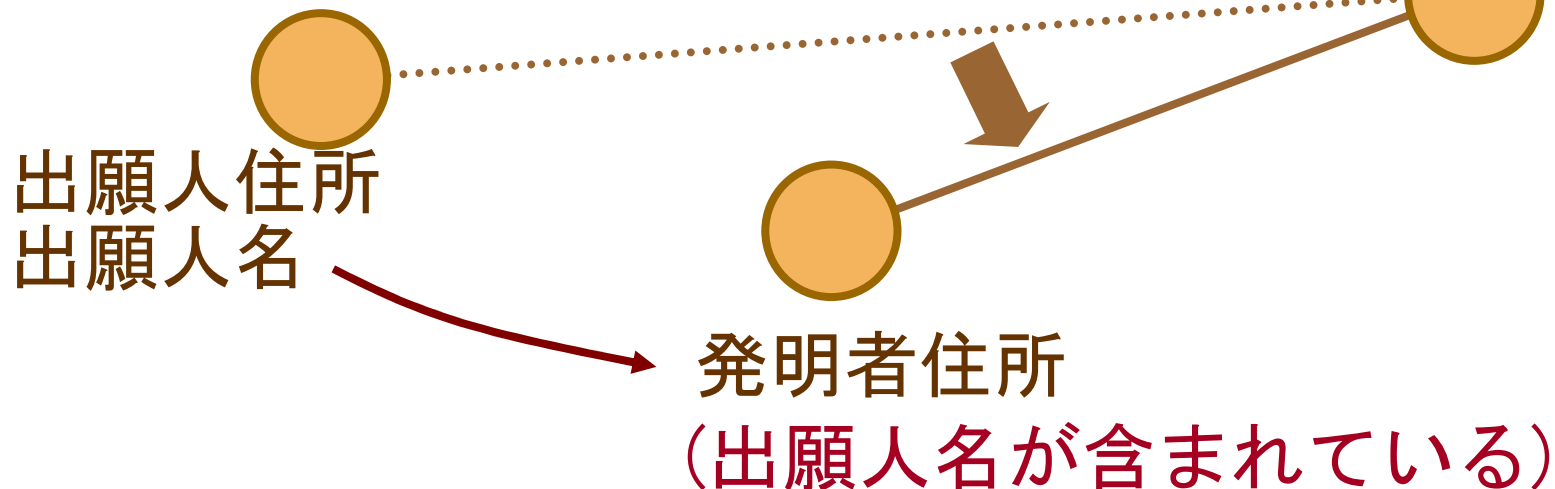


ノードの住所の修正

- ・ 出願人（企業）は基本的に複数の拠点を持つ
- ・ 特許に示されている出願人住所は本社住所
- ・ 発明の「起きた」ところが知りたい



発明者住所により発明場所を特定



修正でどれぐらい変わるか

| | |
|---------------|-----------------|
| 増加したノード数（住所数） | 29,430（118.8%↑） |
| 増加したリンク数 | 49,117（46.7%↑） |



| | |
|--------|---------|
| ノードの住所 | 本社住所 |
| ノード数 | 24,767 |
| リンク数 | 105,088 |

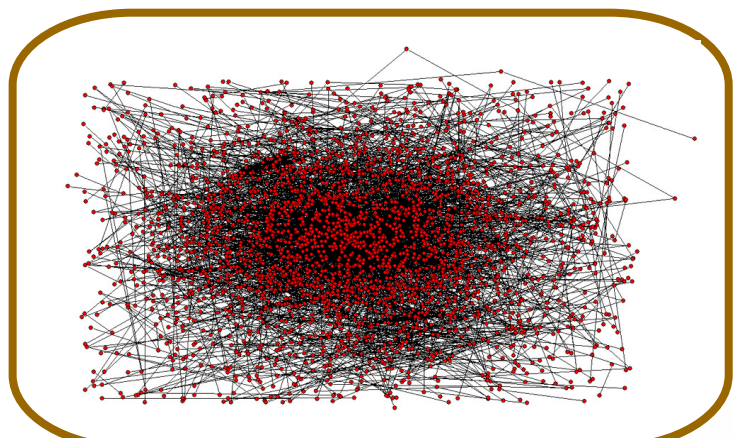
修正前

| | |
|--------|---------|
| ノードの住所 | 各拠点住所 |
| ノード数 | 54,197 |
| リンク数 | 154,205 |

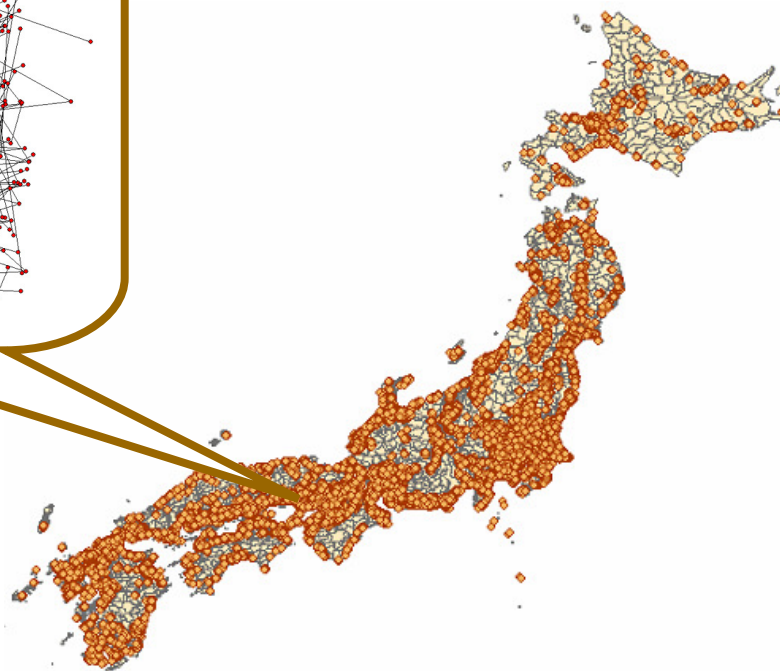
修正後

共同研究開発が起きた場所を知りたいなら
この作業は不可欠

どんなネットワークか？

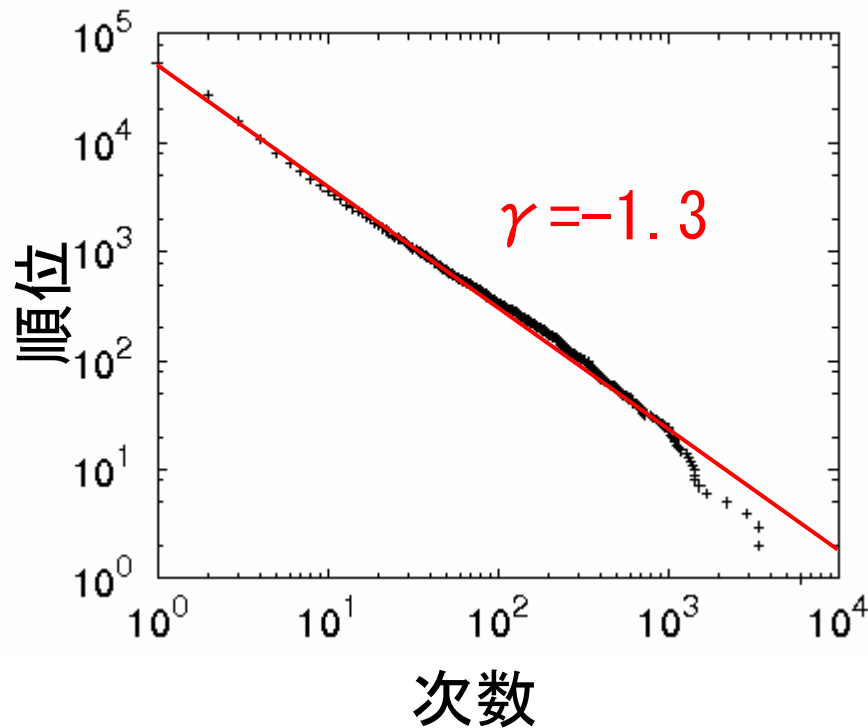


大阪？



| | |
|-------|----------|
| ノードの数 | 54, 197 |
| リンクの数 | 154, 205 |

次数分布



$$P \propto k^{-1.3}$$



$$p \propto k^{-2.3}$$

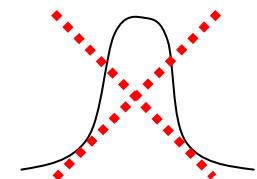
P : 累積確率

p : 確率分布

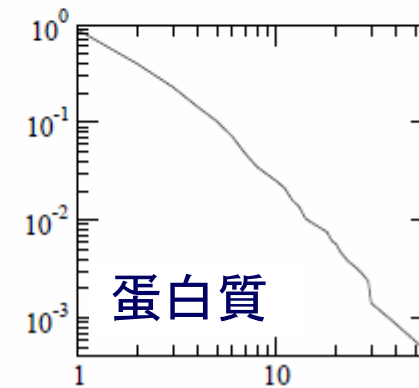
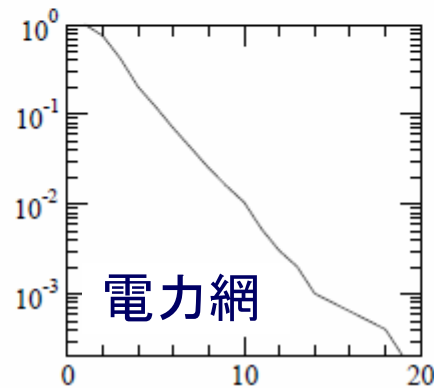
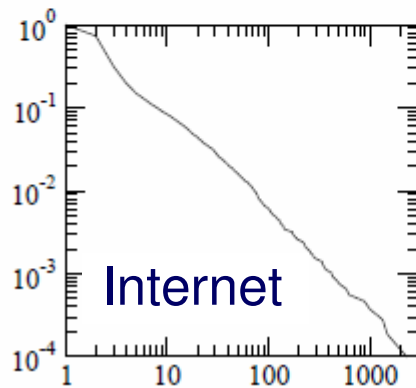
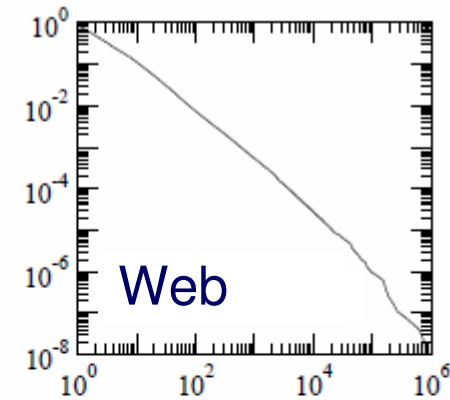
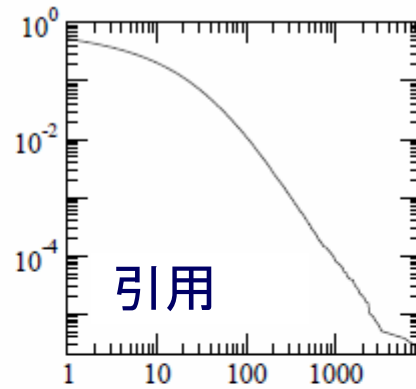
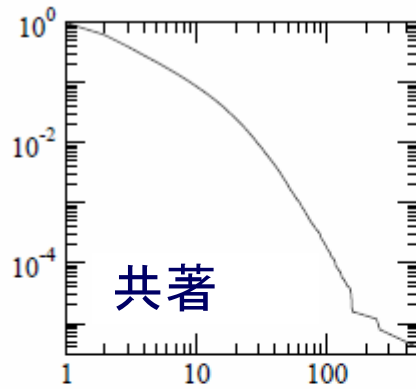
k : 次数

特徴的スケールを持たない (様々なスケールのハブが存在)
分布が非対称である

スケールフリーネットワーク

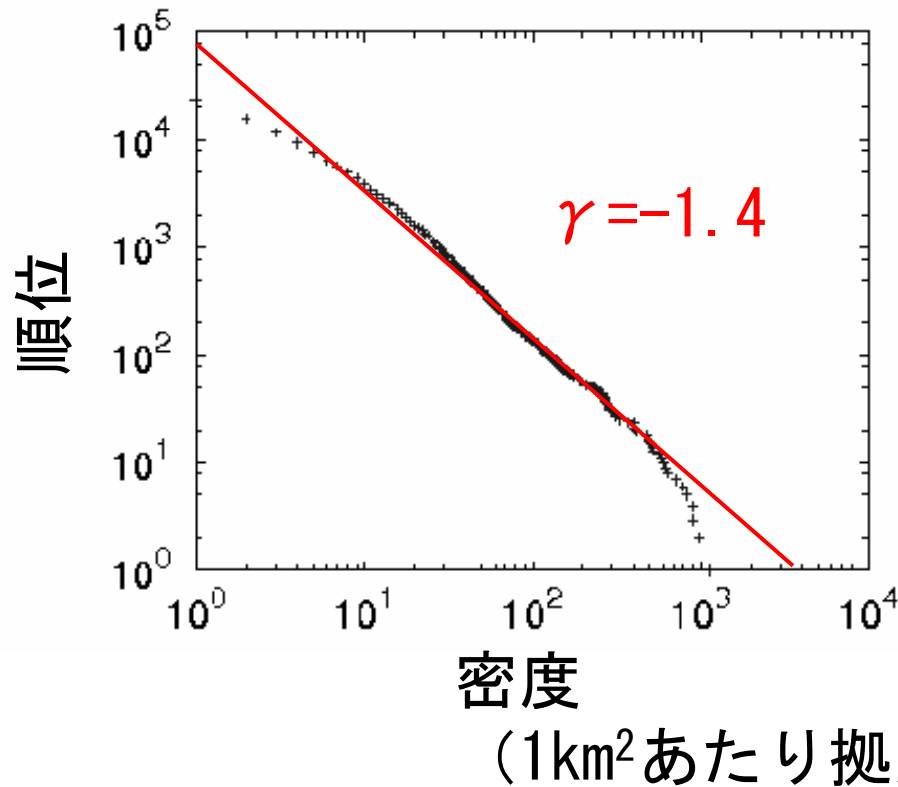


世の中にある次数がべき分布のネットワーク



The structure and function of complex networks, M. E. J. Newman, SIAM Review 45, 167-256 (2003).

ノードの密度の分布



$$P \propto d^{-1.4}$$



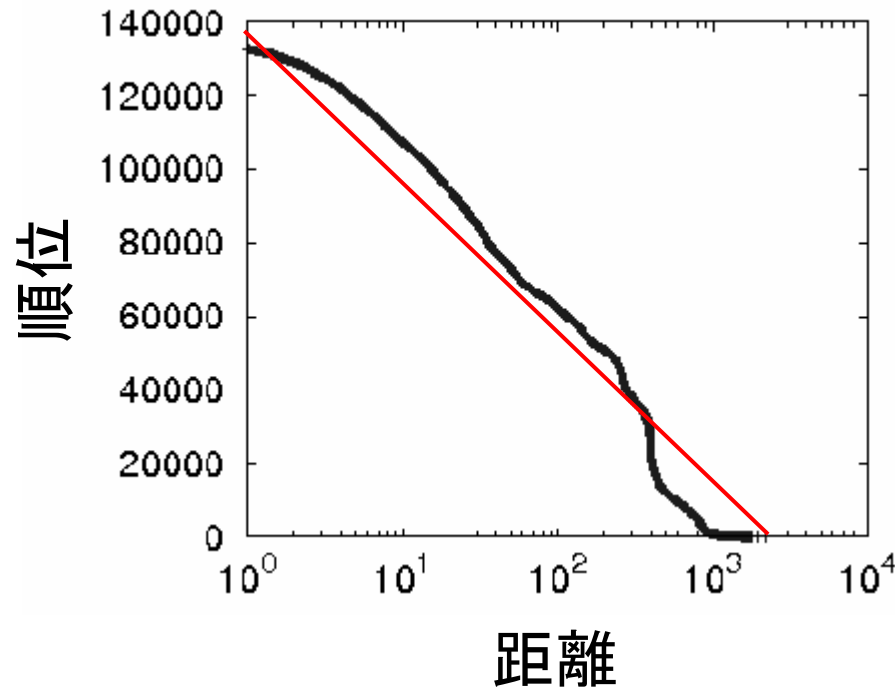
$$p \propto d^{-2.4}$$

P : 累積確率

p : 確率分布

d : 密度

リンクの距離の分布



$$P \propto -\log(d)$$



$$p \propto 1/d$$

P : 累積確率

p : 確率

d : 距離

これまで経験的に

「共同研究開発は近くないとうまくいかない」

といわれていたがそれが実証された

どんなルールが背後にあるか？

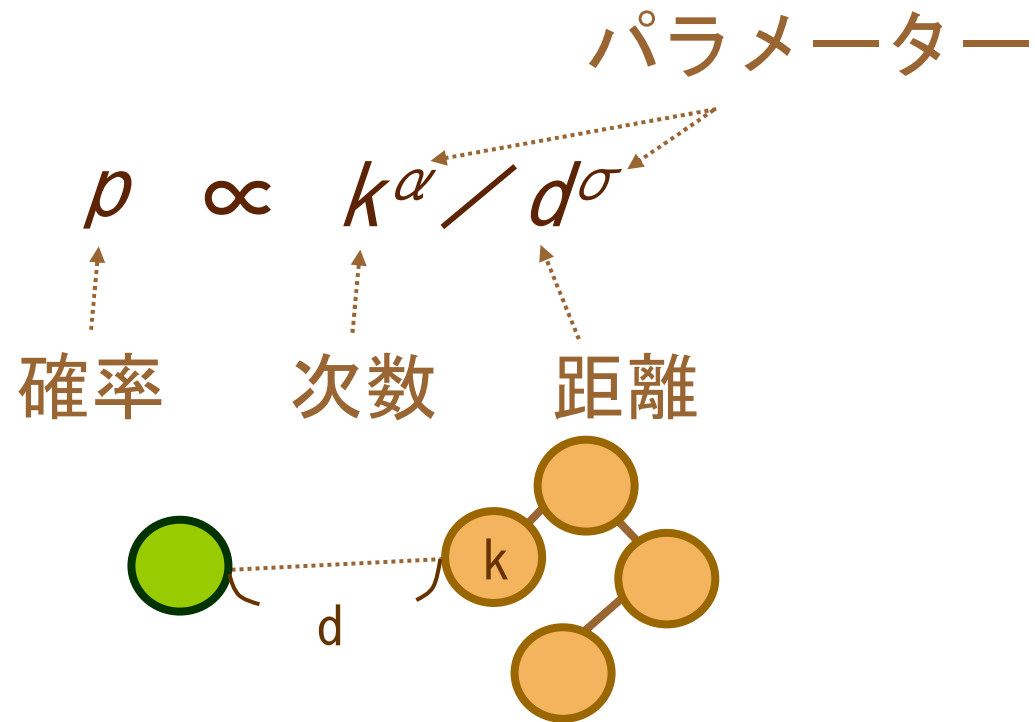
- どんな構造かわかった



- どんなルールがあるから
こんなネットワークができたのか
 - これがわかると
「組織はどのようにつながろうとするか」
がわかる

直感的なネットワーク成長モデル

新しいノードを追加するときに
既存のどのノードにリンクを張るかという確率



検証

$$p \propto k^\alpha / d^\sigma$$

先ほどの2つのパラメータをいろいろ変化させてみる

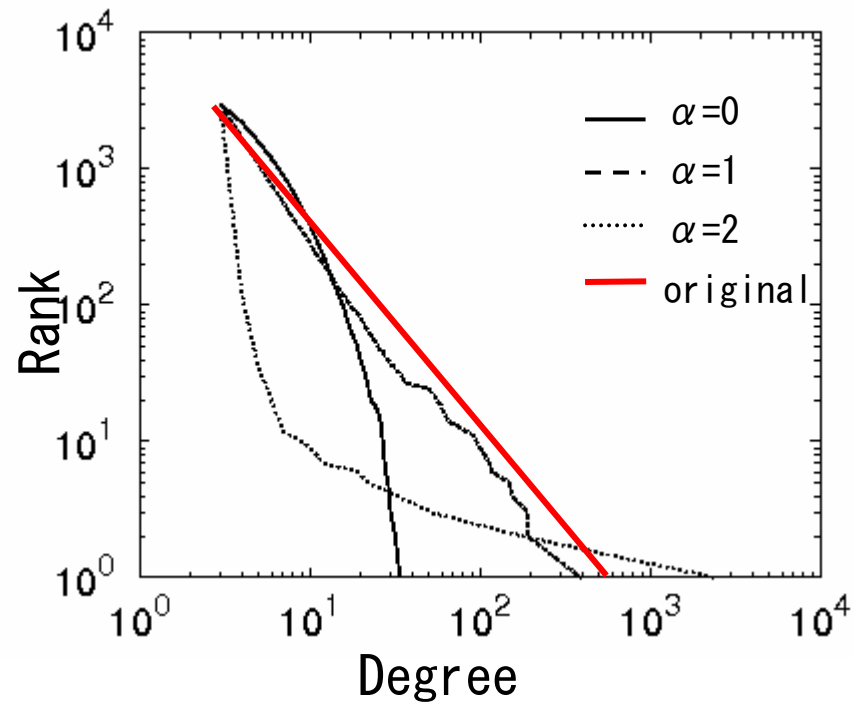
α を0, 1, 2,

σ を0, 1, 2, と変化させる

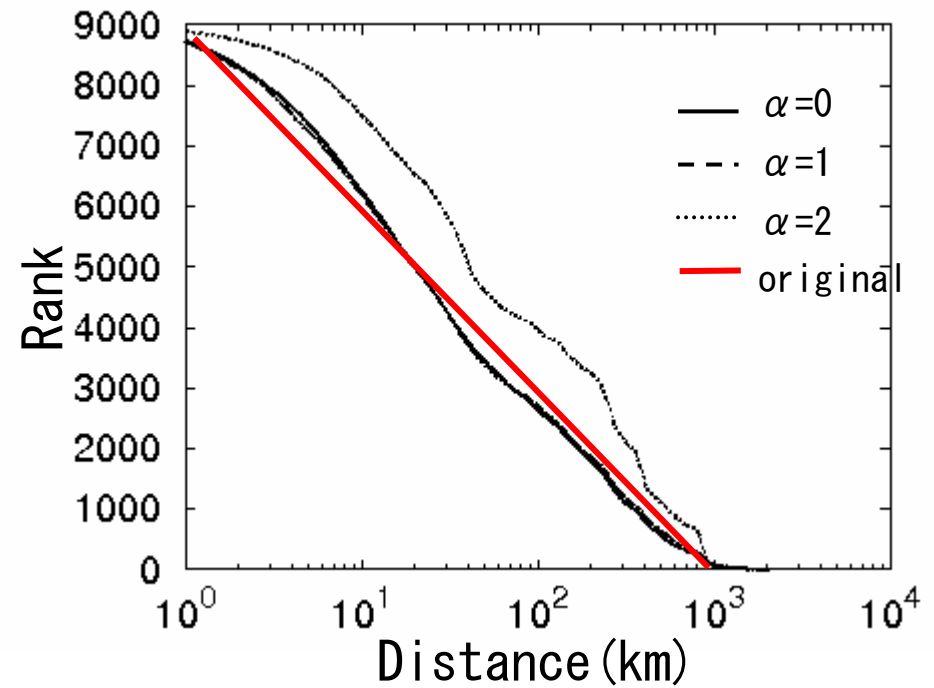
$$\sigma = 1, \quad \alpha = 0, 1, 2$$

$$p \propto k^\alpha / d^\sigma$$

Degree distribution



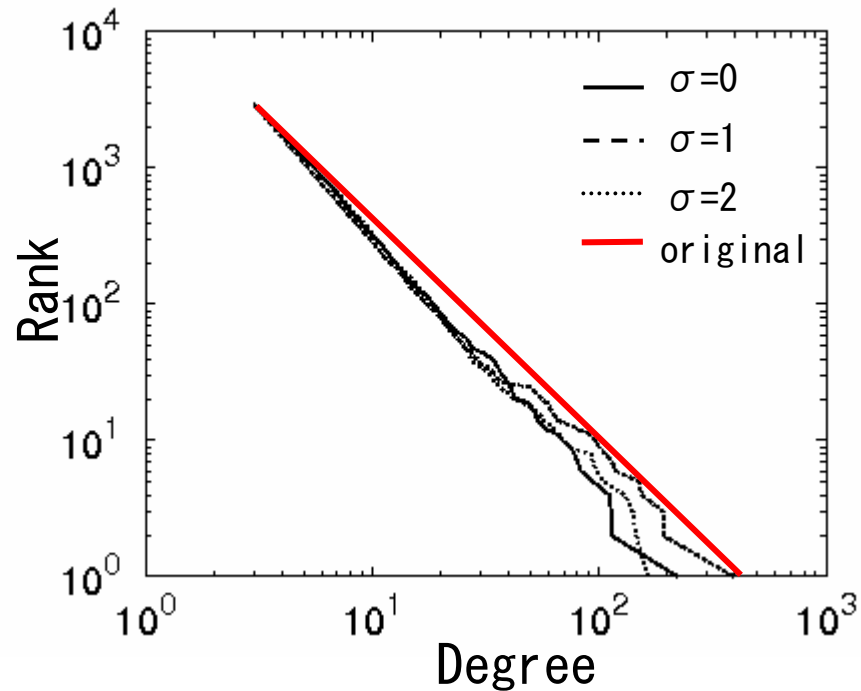
Link distance distribution



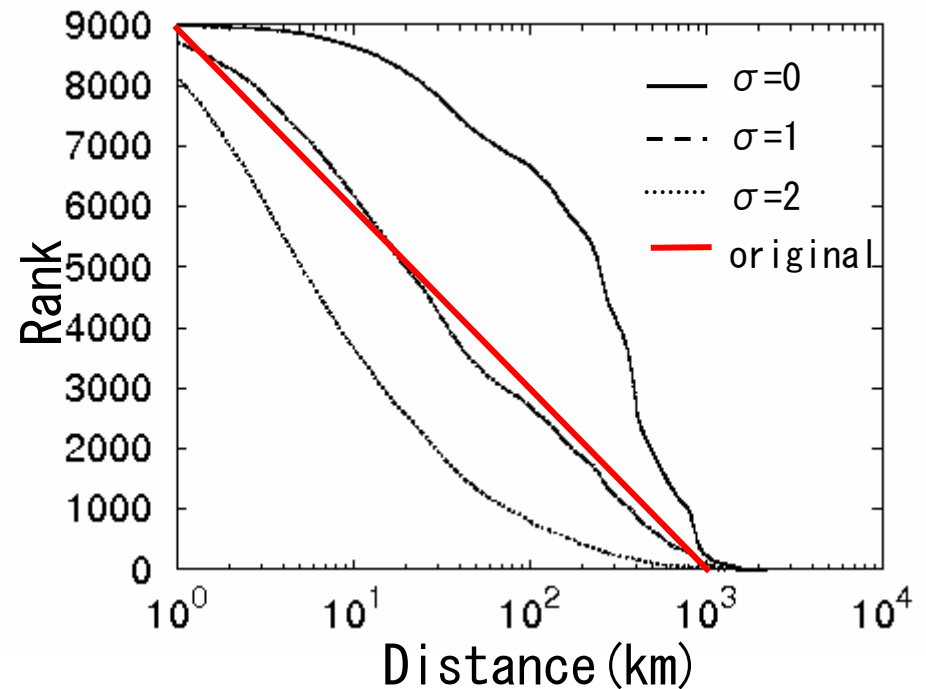
$$\alpha = 1, \quad \sigma = 0, 1, 2$$

$$p \propto k^\alpha / d^\sigma$$

Degree distribution



Link distance distribution



モデルが示すもの

$p \propto k/d$ となったということは、次数と距離は同様に確率に影響するということである



小さな企業が研究開発拠点を置くというとき
今までリンク（次数）を持っていないことは仕方ない
→ しかしながら、どの企業も平等に利用できる
距離の利点を活かすことは意味があることがわかる



この分析結果は産業クラスター計画のように
企業を地域的に集積させる意義を確認したといえる

結論

共同出願ネットワークの構造を分析し、それを再現する成長モデルを検証した

ネットワークの構造

次数とノードの密度の確率分布はべき分布であった

リンクの距離の確率分布は距離に反比例することがわかった

成長モデル

$p \propto k/d$ が共同出願ネットワークをよく再現した