

京コンピュータを用いた 大規模な経済ネットワーク解析と その可能性

藤原 義久

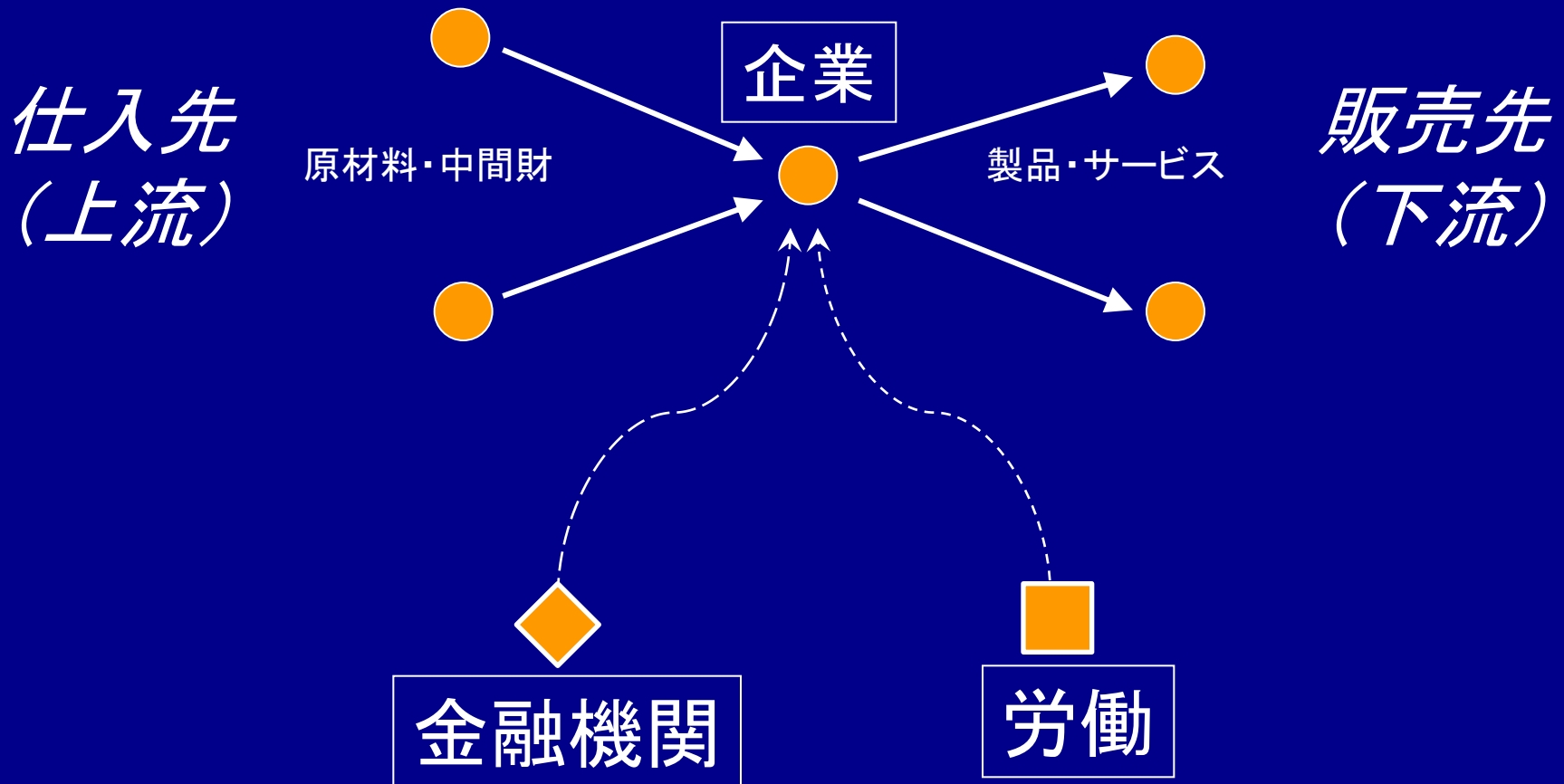
yoshi.fujiwara@gmail.com

兵庫県立大学

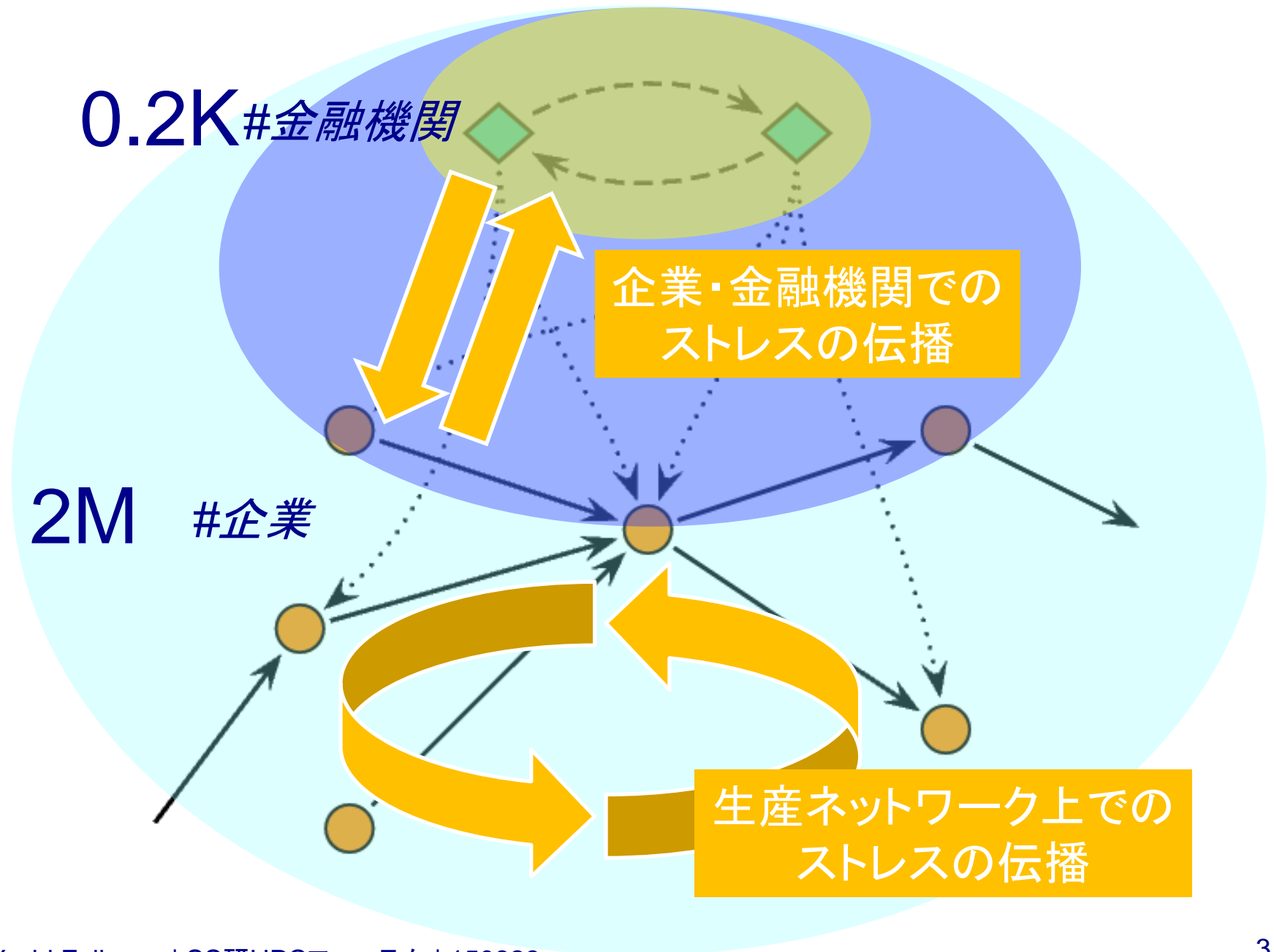
大学院シミュレーション学研究科

実体経済のエンジン＝生産ネットワーク

生産＝付加価値



生産、金融、労働＝他の主体への依存関係



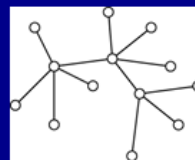
生産ネットワーク

- 1M nodes / 5M links
- ミクロレベルの属性データ
- デフォルト・倒産

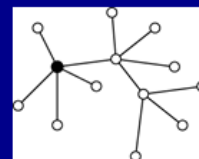
project

シミュレーション

ストレスの伝播



t_1



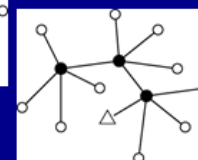
t_2



t_3



t_4



t_5



京コンピュータによる計算

©RIKEN

Collab.: Y. Fujita (Turnstone, Inc.)

Collab.: F. Shoji, M. Terai, K. Minami (RIKEN.)

マクロ経済にとって重要な特徴

- 異質性
- 相互作用と集計

in other words

少数の巨人と多数の矮人
と
依存関係(信用=credit)のネットワーク



ミクロなショックがマクロなゆらぎを決める

生産ネットワークのビッグデータ

Credit research agency

- data for credit-risk management
- each firm lists crucial suppliers/customers
- link recorded if either by A or/and B nominates

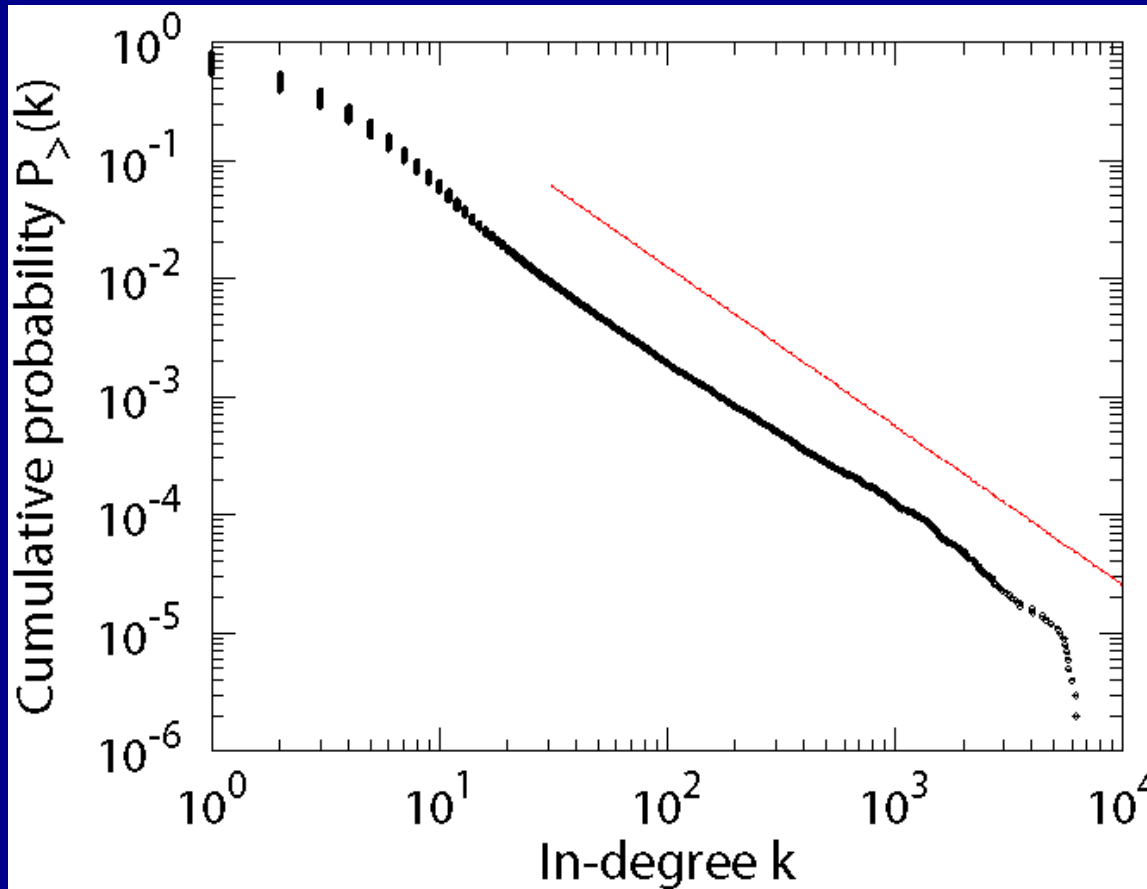


link = crucial supplier/customer

supplier A ● —————> ● customer B

- 1M firms which cover almost all active firms in Japan
- 4M directional links
- snapshots (2012 used)
- Financial data, products/service, sectors and locations, etc.
- limitation: possible bias / little info on amount

次数(関係性の数)に関する異質性



Cumulative pdf

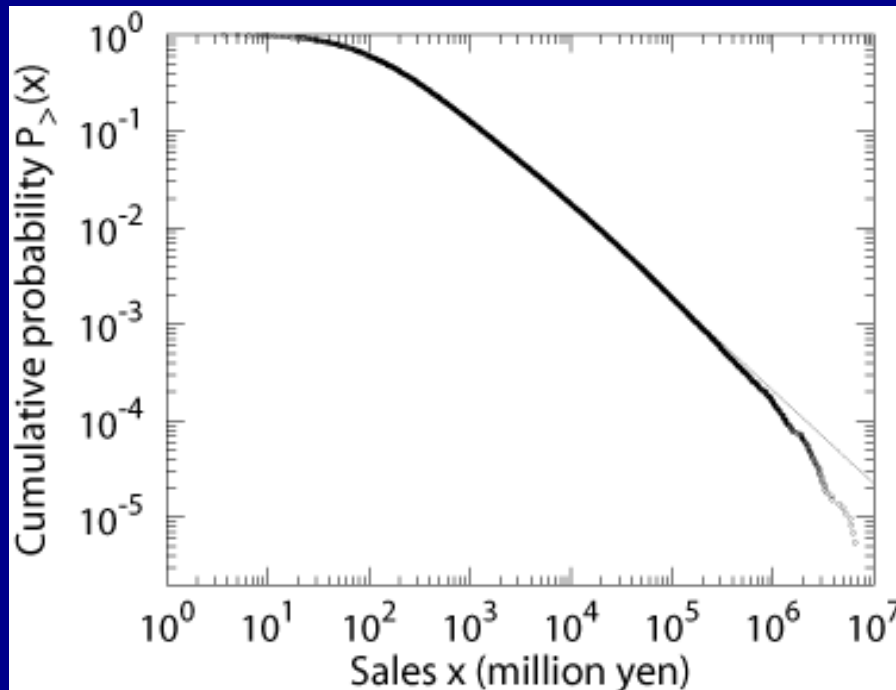
$$P_{>}(k) = \int_k^{\infty} P(k)$$

$$P_{>}(k) \propto k^{-\mu}$$

$$\mu \sim 1.35(2)$$

企業の属性との関係

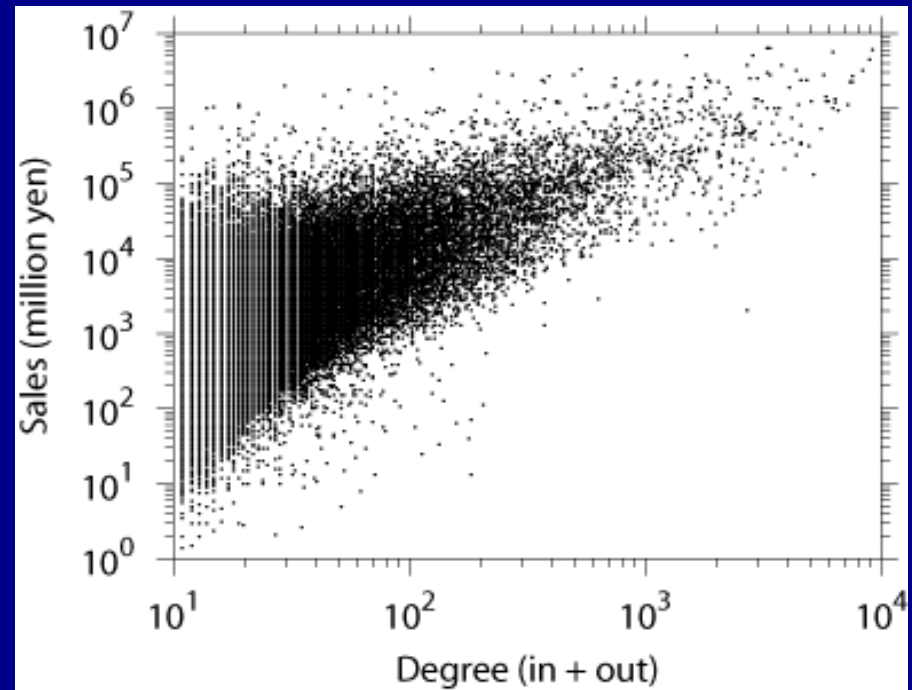
Sales



Zipf law

$$P_{>}(x) \propto x^{-\alpha}$$
$$\alpha \sim 0.96(2)$$

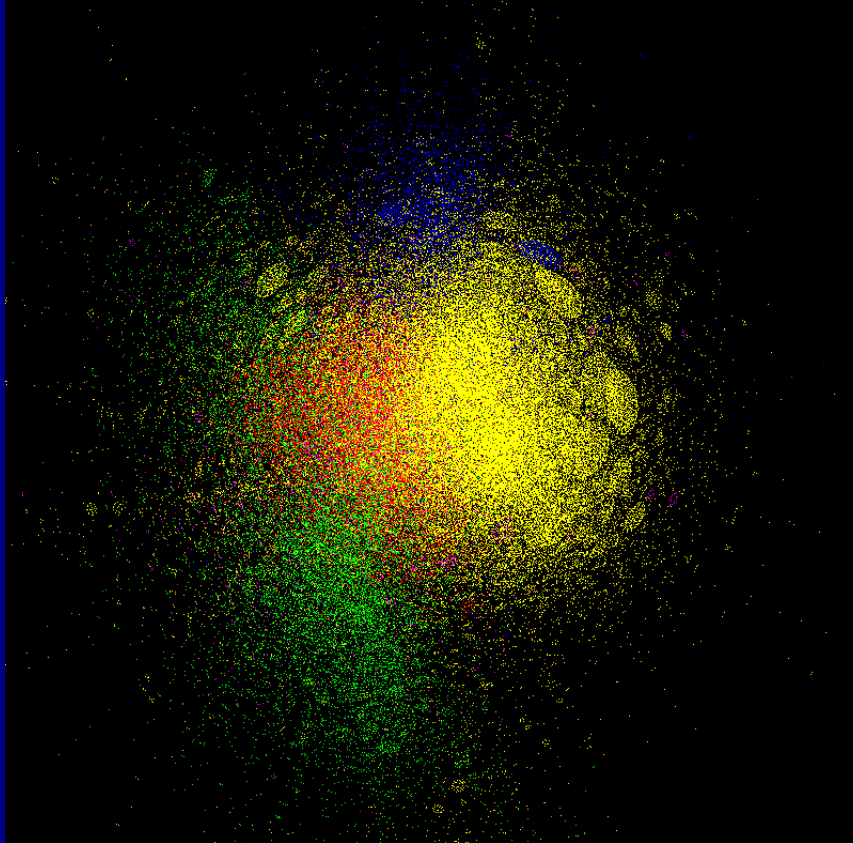
Degree - Sales



rank corr.

$$\tau_{\text{kendall}} \sim 0.391$$

コミュニティ(リンクの粗密構造)の異質性



動画

構造の探索の様子

*0.14M manufacturing sector
Modularity optimization (Yutaka Leon Suematsu)
Force-directed spring+Coulomb+resistance
N-body simulation by GRAPE (gravity pipeline)
(Yuji Fujita, Atsushi Kawai)*

凸版印刷, 大日本印刷, 大日本インキ化学工業, 東洋インキ製造, レンゴー
三菱化学, 三井化学, サカタインクス, 住友化学 . . .

化学

松下電器産業, 東芝, 三菱電機, 日立製作所, 富士通, シャープ
松下電工, ソニー, 三洋電機, 京セラ . . .

電気機器

三菱重工業, 川崎重工業, 本田技研工業, トヨタ自動車, 神戸製鋼所
石川島播磨重工業, 王子製紙, 住友重機械工業, クボタ . . .

重工業

東レ, 日本製紙, 東洋紡績, ヤマハ, ユニチカ, 丸紅
グンゼ, クラレ, 三菱レイヨン . . .

化学

三菱マテリアル, 太平洋セメント, 宇部興産, フルサト工業, 住友大阪セメント
長府製作所, タキロン, JFE建材, フェニックスコーポレ . . .

窯業化学

イトーキ, 松下エコシステムズ, 関包スチール, 明道メタル, 北海道サッシ工業
ヤマトインダストリー 台和, 日本調理機, 日本金属工業 . . .

金属

.

仙台味噌醤油, だいく製麺, 山形朝日そば, 星栄商店, 大塚樽店
宮城クミアイ醤油, 松尾, 石渡商店, オリヒロマテリアル

東北そば

cf. Fortunato, Barthelemy (2007)
“resolution limit in community detection”

化学

重工業

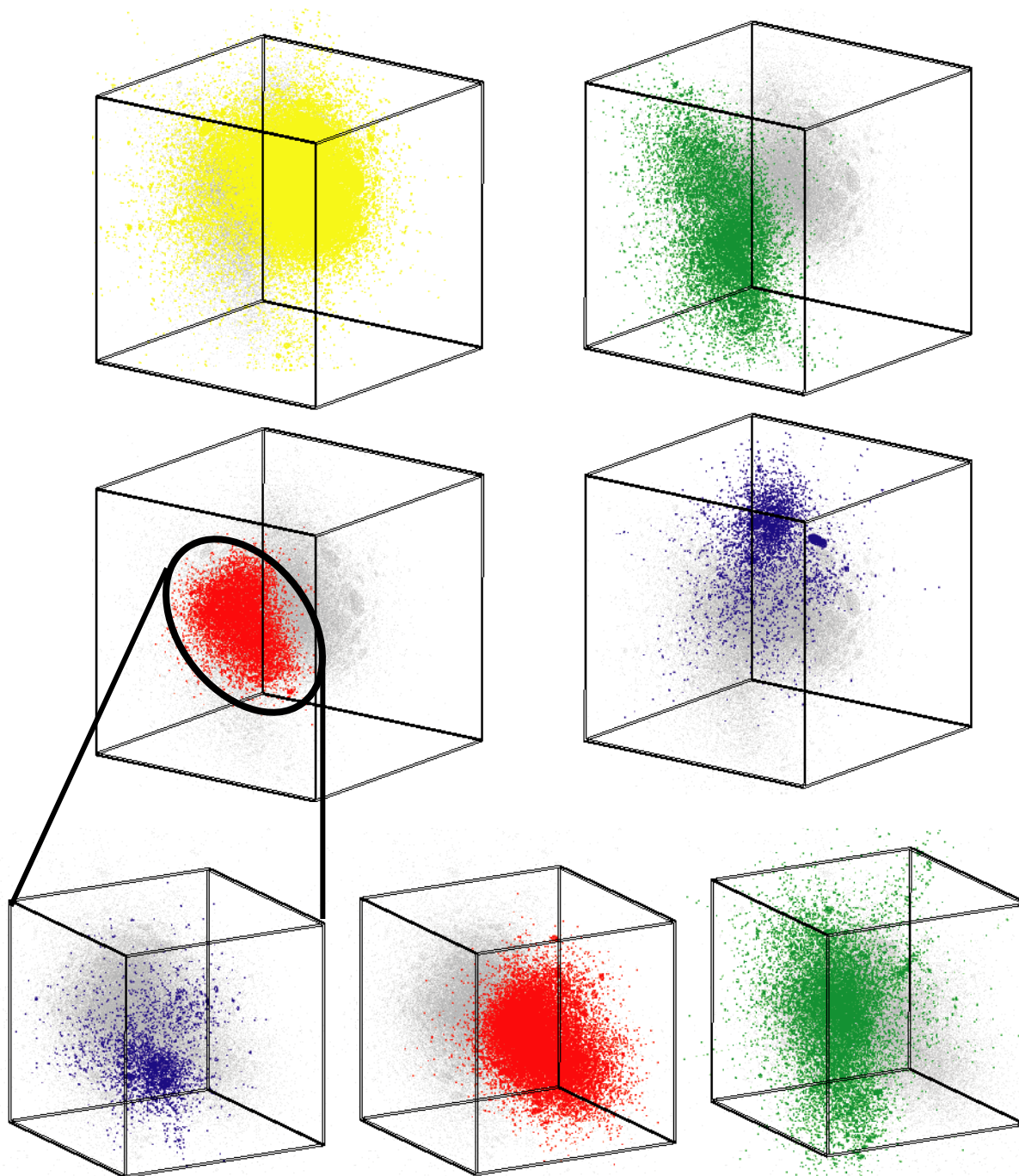
自動車

電気機器

電気機器 (a)

電気機器 (b)

電気機器 (c)



再帰的なコミュニティ解析

ソニー, 京セラ, キヤノン, シャープ, セイコーエプソン, オムロン,
TDK, 富士写真フイルム, リコー, . . .

三菱電機, 松下電工, 日本電気, 古河電気工業, 住友電気工業, 沖電気工業,
村田製作所, 日立電線, 日本圧着端子製造, . . .

トステム, 新日軽, 大和ハウス工業, 旭硝子, 三和シャッター工業, 三協立山アルミ,
日本軽金属, 立山アルミニウム工業, 不二サッシ, . . .

松下電器産業, 三洋電機, パナソニック四国エレ, 東芝ライテック, スタンレー電気,
松下電池工業, 日本金型材, 鳥取三洋電機, 松下冷機, . . .

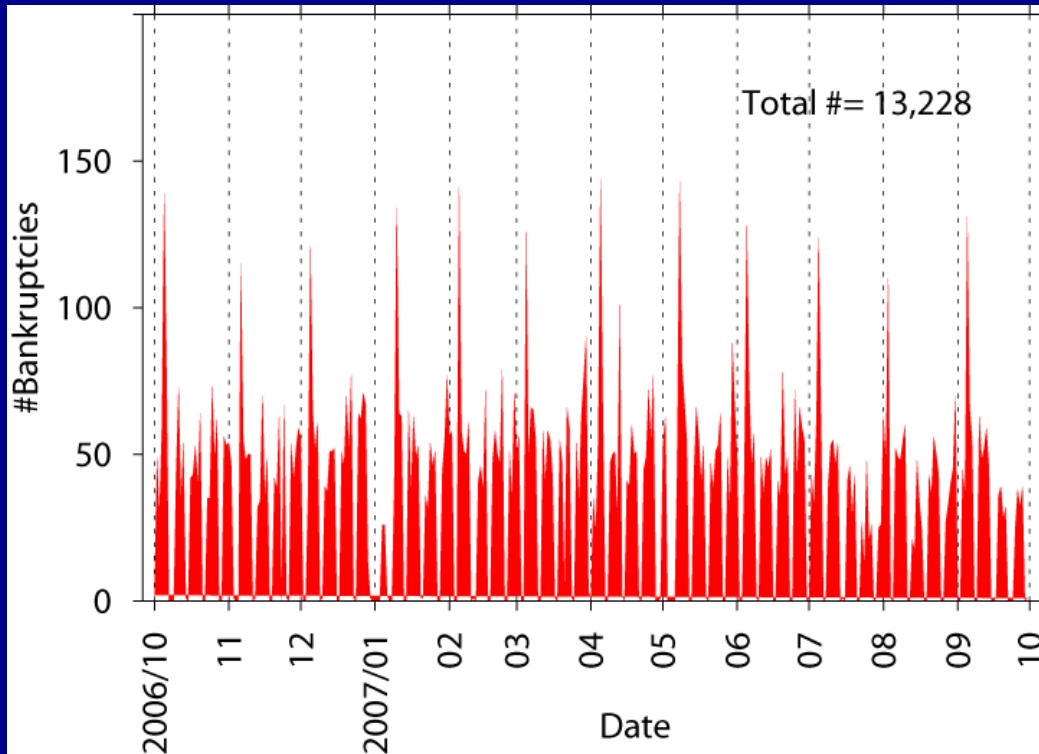
日立製作所, アルプス電気, 日立ハイテクノロジー, 日立国際電気, アルバック,
東京エレクトロン, 東北パイオニア, 東京エレクトロンAT, 長野日本無線, . . .

東芝, 富士通, 横河電機, 東芝セラミックス, 東京エレクトロン九州, 日本インター,
信越半導体, 富士通アクセス, 鷺宮製作所, . . .

パナソニックエレクト, パナソニックモバイル, パナソニックコミュニ, 山武, パナソニックCC宮崎,
アダマンド工業, オムロン岡山, 東立通信工業, 山武コントロールプロ, . . .

.

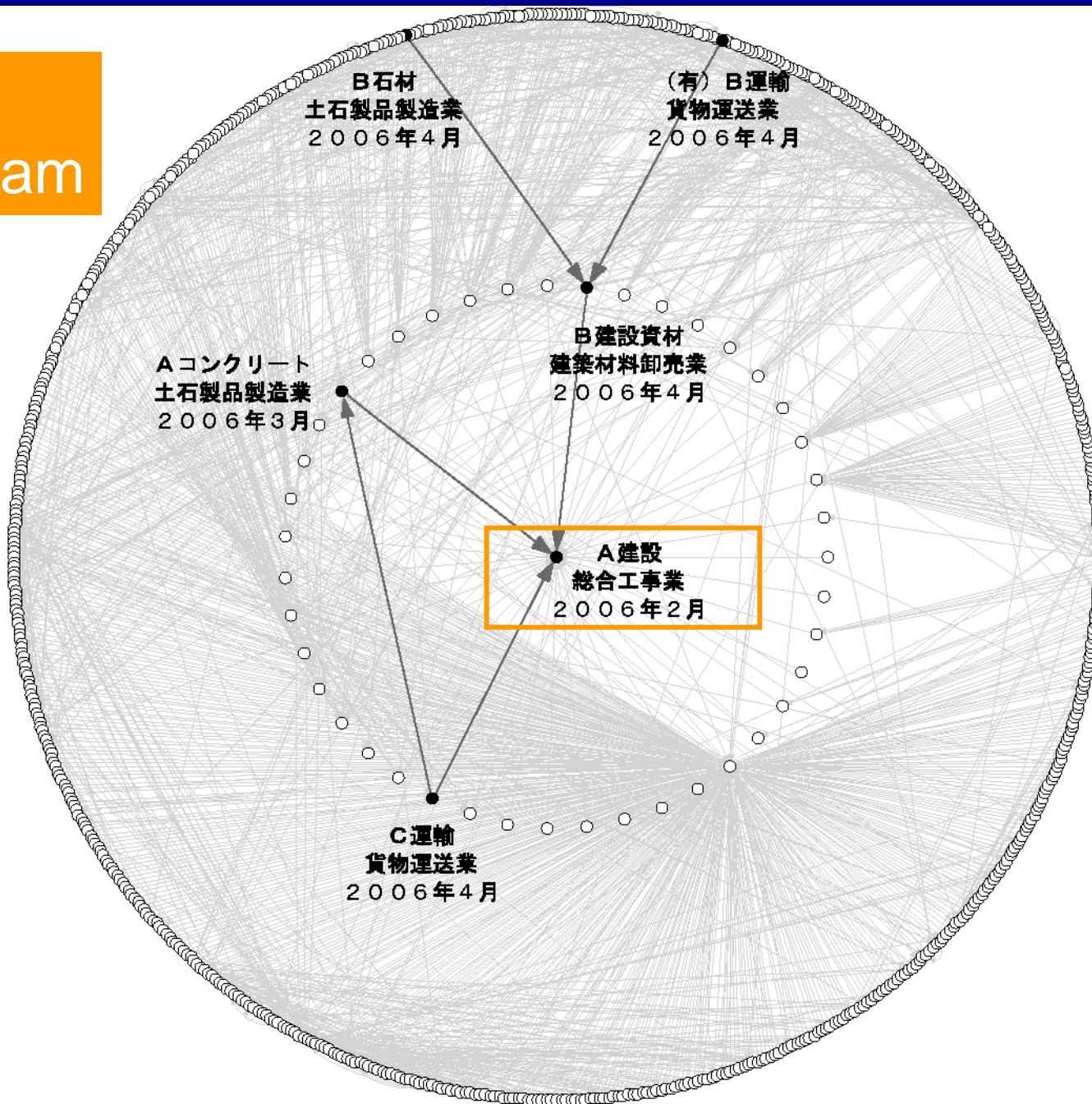
Failure に関する情報



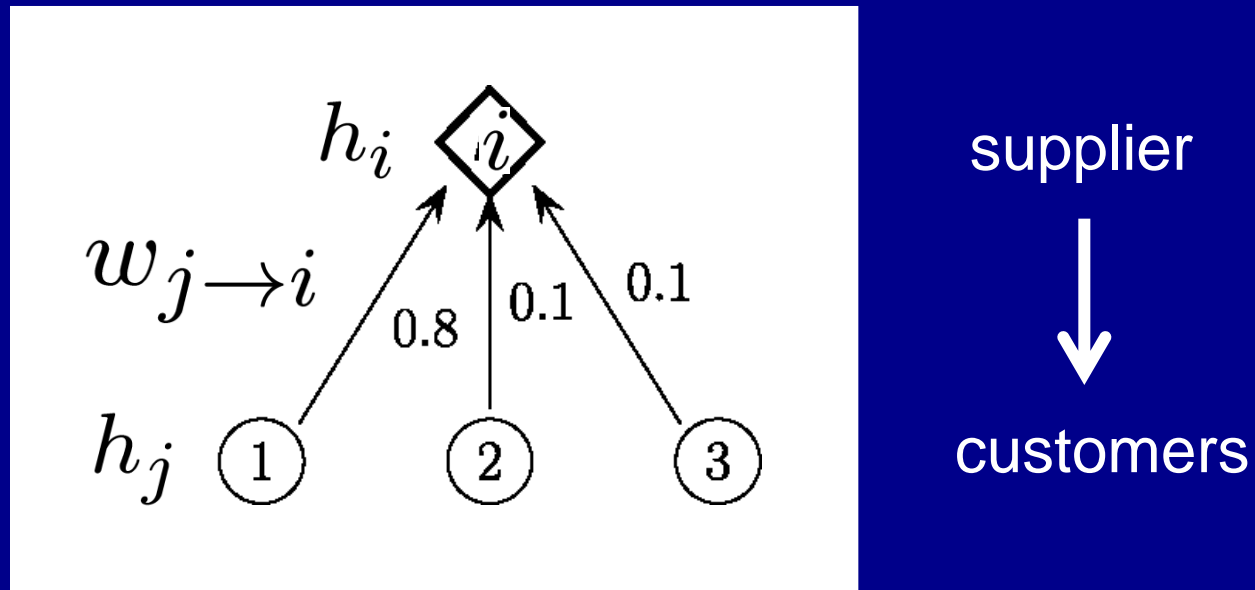
#bankruptcies in 1-yr

- exhaustive debt when bankrupt $> 10^7 yen \sim 10^5 euro$
- 0.13M / 2M firms $\approx 1\%/yr$

2-link upstream



DebtRank approach (*S. Battiston et al., 2012*)



Quantify financial stress

$$h_i(t) \in [0, 1]$$

Propagation model

$$h_i(t + 1) = h_i(t) + \sum_j w_{j \rightarrow i} h_j(t)$$

States

$$s_i(t) \in [\text{UNDISTRESSED}, \text{ACTIVE}, \text{INACTIVE}]$$

INACTIVE =

It cannot propagate distress to others,
while it can receive distress from others.

Initial stress

$$h_i(t = 0) = \begin{cases} 1 & \text{for } i = i_0 \\ 0 & \text{for others} \end{cases}$$

DebtRank

$$h_{j_0} = \sum_{i \neq i_0} h_i A_i / \sum_i A_i$$

A_i Total-asset / sales / #employ. of firm

Even high-class PC, it takes time to
compute DebtRank for all nodes

			FCCpx@SPARC64VIIIfx			
			-Xg -Kfast -Nlst -g			
total length	A: number of nodes (per job)	number of jobs	B: max memory per job [byte]	C: Elapsed Time per job [s]	C/A [s]	B/A [byte]
137678	500	276	9433669632	428	0.86	18867339
	400	345	7688839168	348	0.87	19222098
	300	459	5776236544	261	0.87	19254122
	200	689	3897188352	176	0.88	19485942
	100	1377	1951031296	89	0.89	19510313

Test data: several hours → 2min
Real data: 2 days → 30 min

DebtRank calculation on nation-wide NW cf. Events of failures

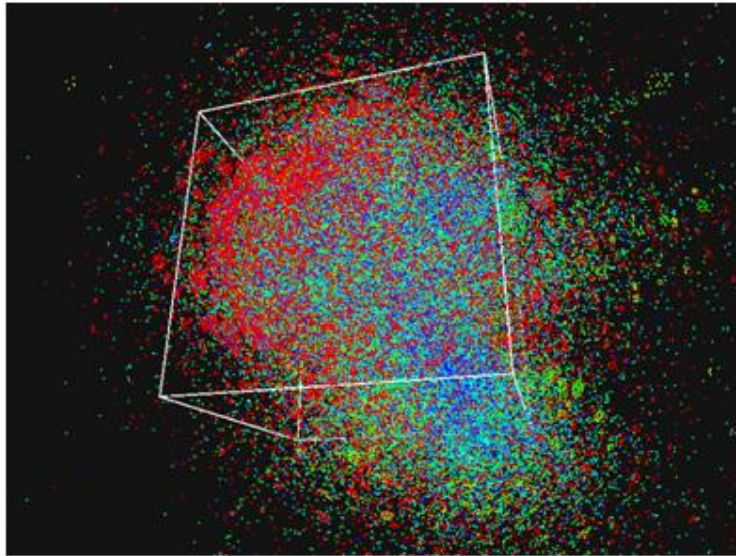
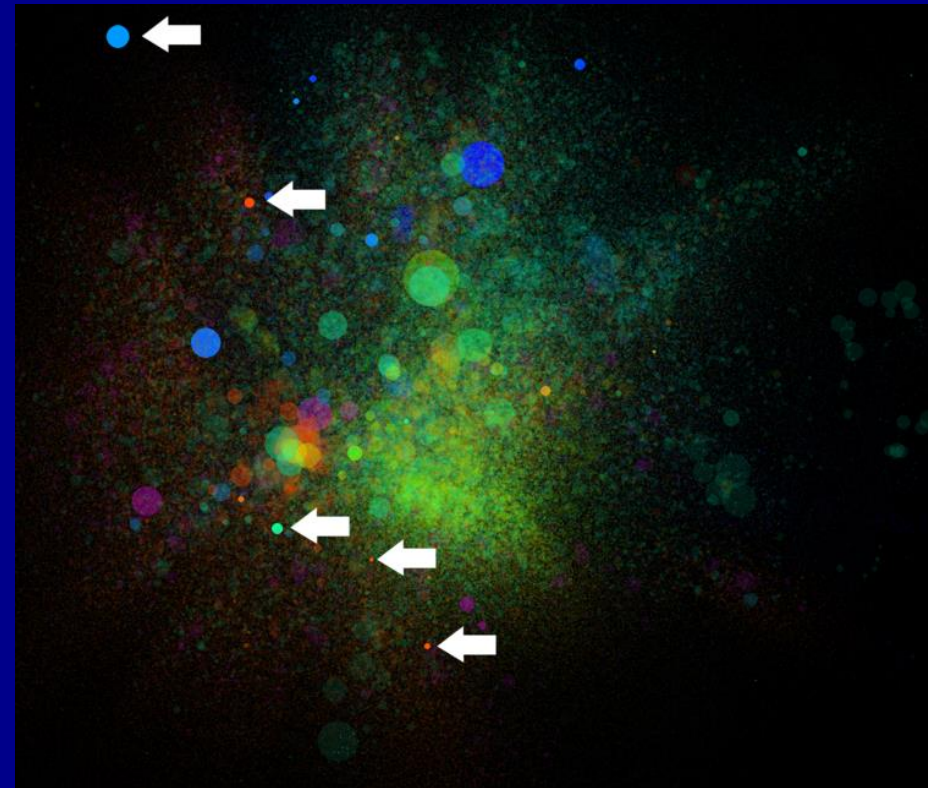


Figure1: DebtRank calculation for manufacturing sector (0.12 million firms). Different colors indicate how much each node's failure causes financial stress in the system.



Acknowledgement to collaborators

Fumiyoshi Shoji, Masaaki Terai, Kazuo Minami (RIKEN-AICS, Kobe)

Hideaki Aoyama (RIETI, Tokyo & Kyoto), Hiroshi Iyetomi (Niigata),

Yuichi Ikeda (Kyoto), Wataru Souma (Tokyo),

Hiroshi Yoshikawa (Tokyo)

Yuji Fujita (Turnstone, Inc., Tokyo),

Leon Yutaka (Google, Inc., USA)

Stefano Battiston (Zurich, Switzerland)

Mauro Gallegati (Ancona, Italy),

Joseph E. Stiglitz, Bruce Greenwald (Columbia, USA)

Rosario Mantegna (CEU, Hungary/Palermo, Italy)

Luca Marotta, Salvatore Micciche (Palermo, Italy)

Irena Vodenska (Boston, USA), Gene Stanley (Boston, USA)