

クレジット：

UTokyo Online Education 東京大学朝日講座 2019 坂田 一郎

ライセンス：

利用者は、本講義資料を、教育的な目的に限って、特に記載のない限り、クリエイティブ・コモンズ 表示-非営利-改変禁止 ライセンスの下で利用することができます。

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

本講義資料内には、東京大学が第三者より許諾を得て利用している画像等や、各種ライセンスによって提供されている画像等が含まれています。個々の画像等を本講義資料から切り離して利用することはできません。個々の画像等の利用については、それぞれの権利者の定めるところに従ってください。



企業同士のつながるとイノベーション活動 －数十万件のつながりの分析から－



坂田一郎
東京大学工学系研究科教授/国土審議会特別委員

1. 序論：「つながり」への着目

- 「つながり(ネットワーク)」の魅力
- 研究対象としての様々なネットワーク
- ネットワークに基づく知見の社会応用

つながり(ネットワーク)の不思議

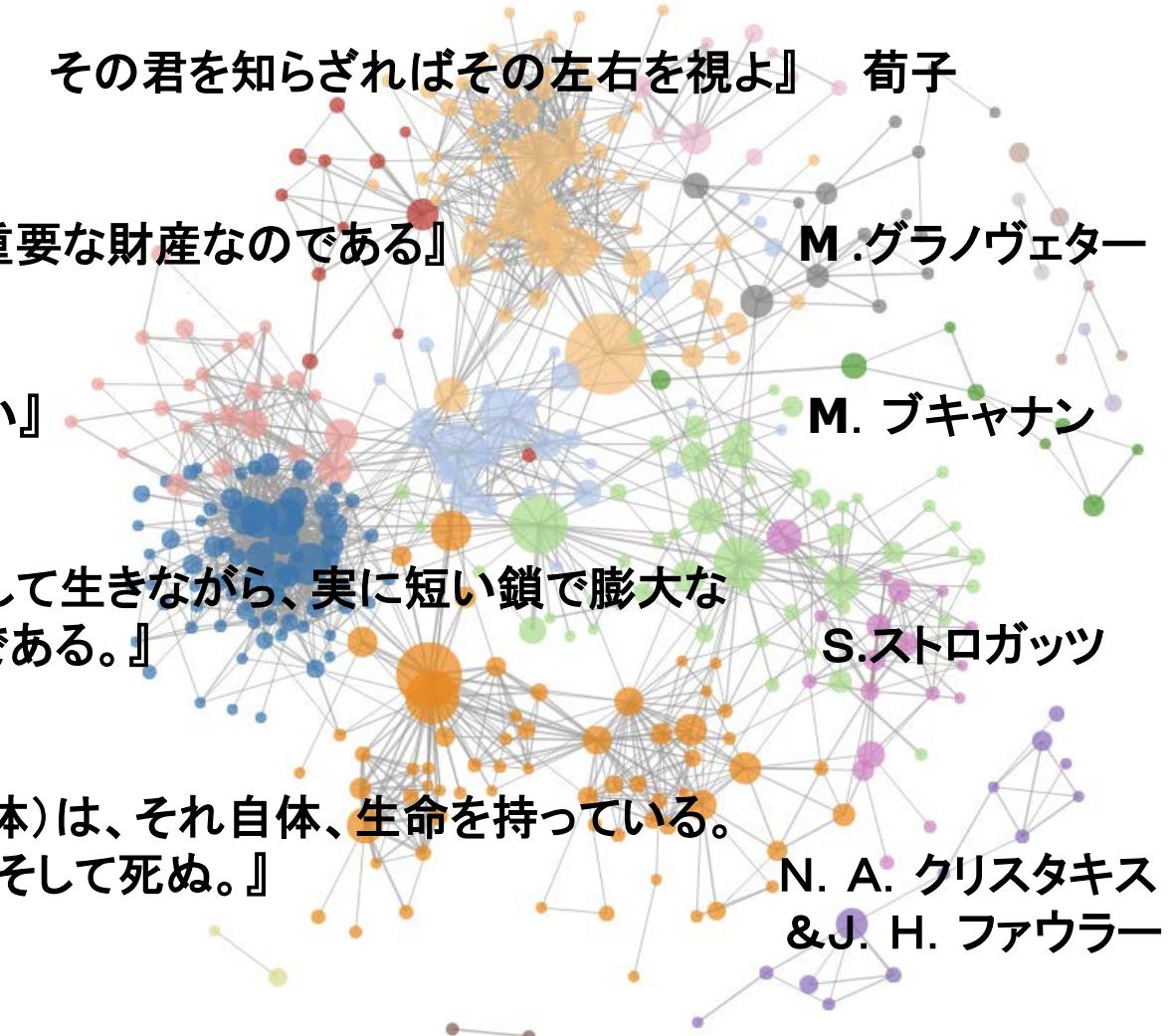
『その子を知らざれば、その友を視よ　その君を知らざればその左右を視よ』 荀子

『個人の観点からすれば、弱い絆は重要な財産なのである』

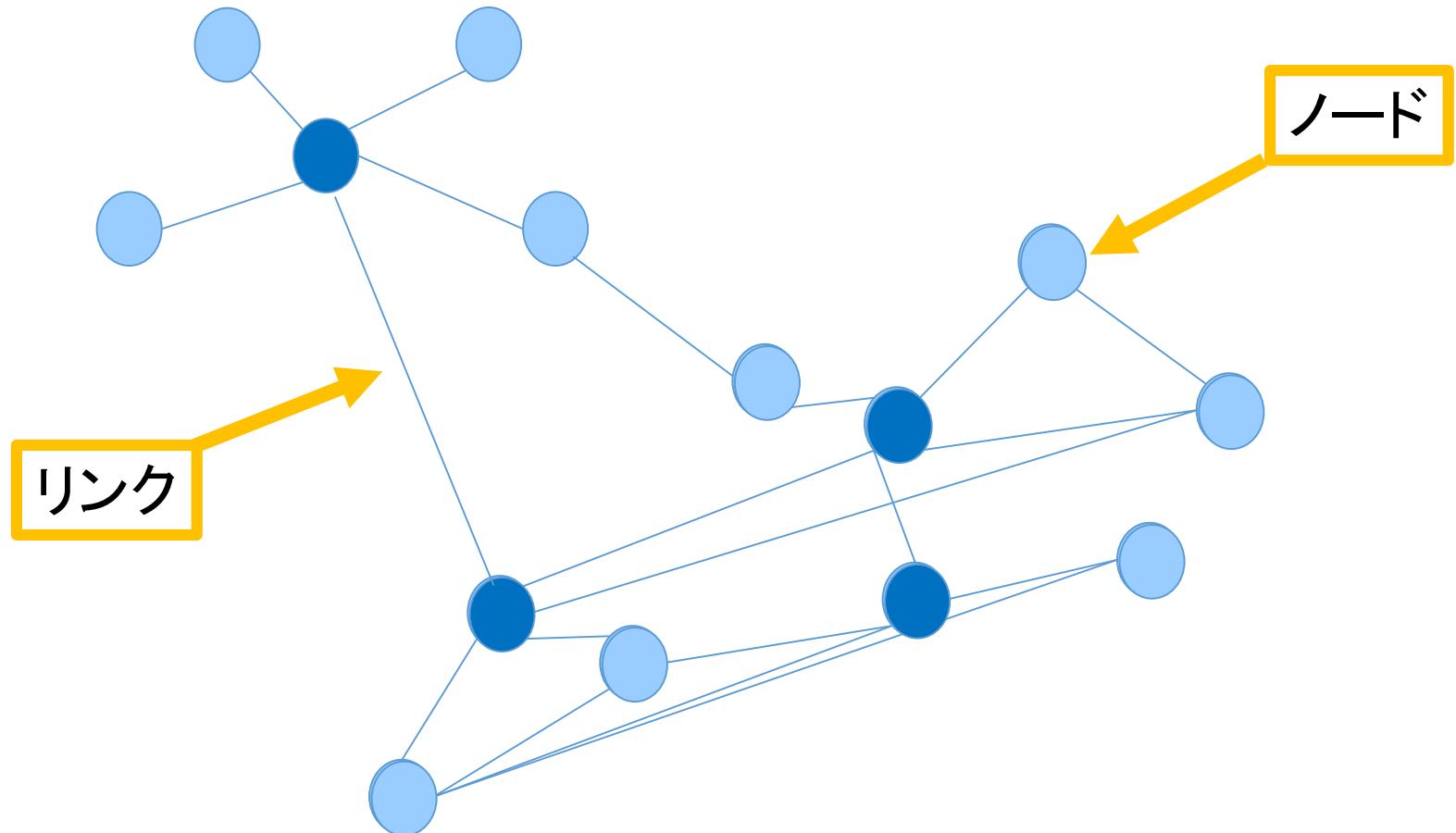
『「奇妙な縁」はそれほど奇妙ではない』

『われわれは、小さくて狭い集団をして生きながら、実に短い鎖で膨大な
数の人々と結び合わされているのである。』

『人間がつくりだすネットワーク(超個体)は、それ自体、生命を持っている。
成長し、変化し、再生し、生き延び、そして死ぬ。』

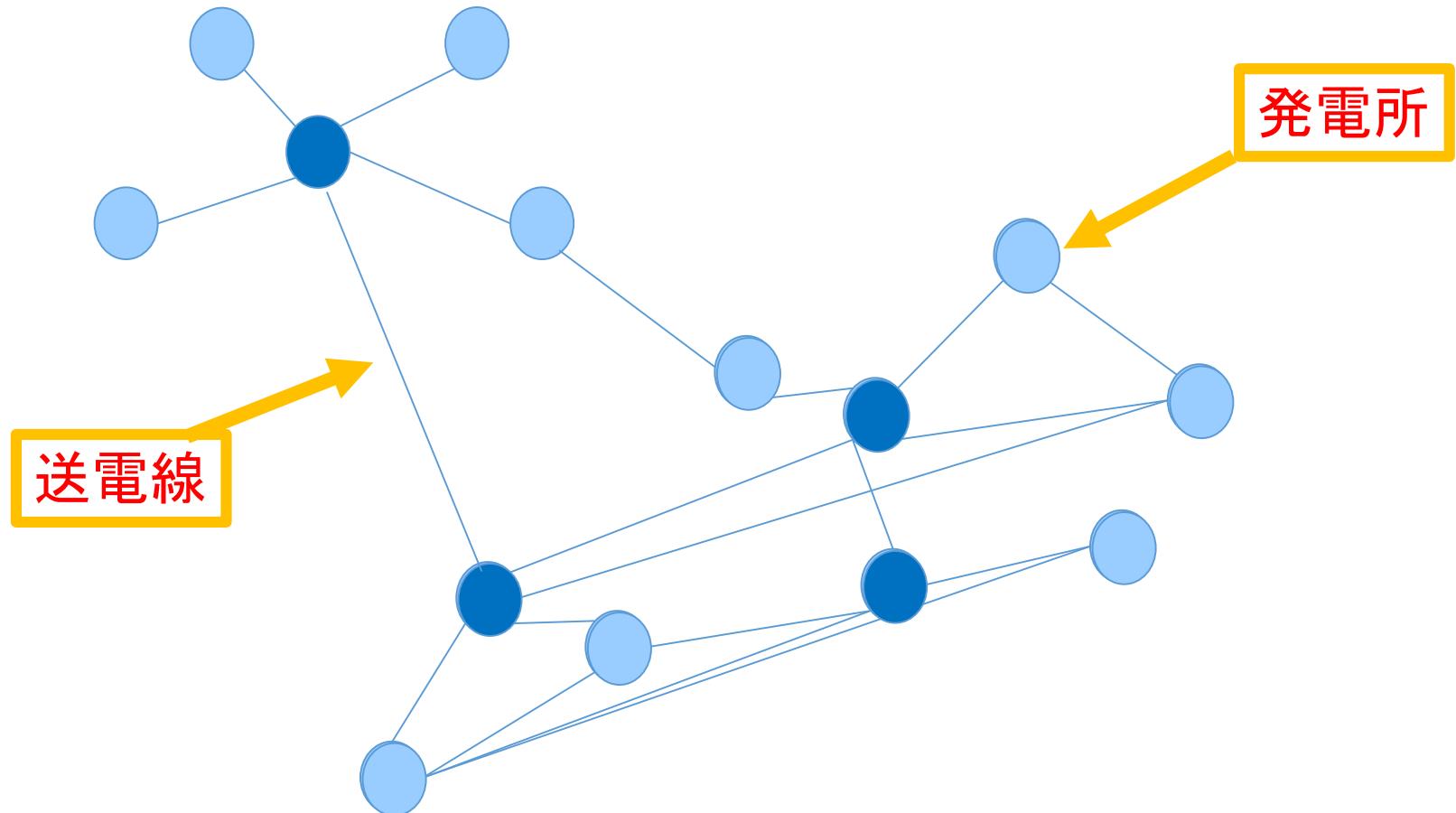


つながりの束としてのネットワーク



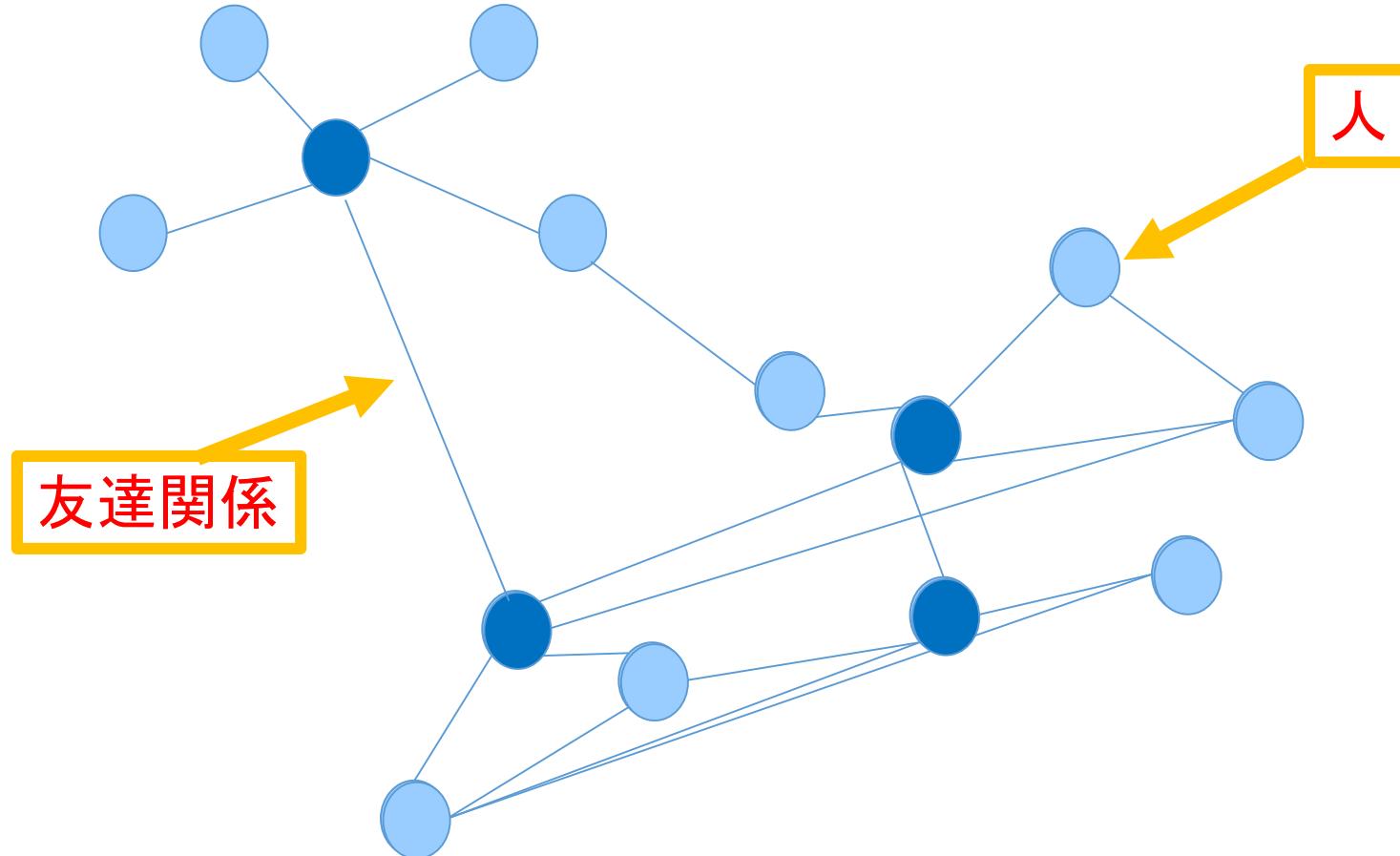
つながりの束としてのネットワーク

送電ネットワーク



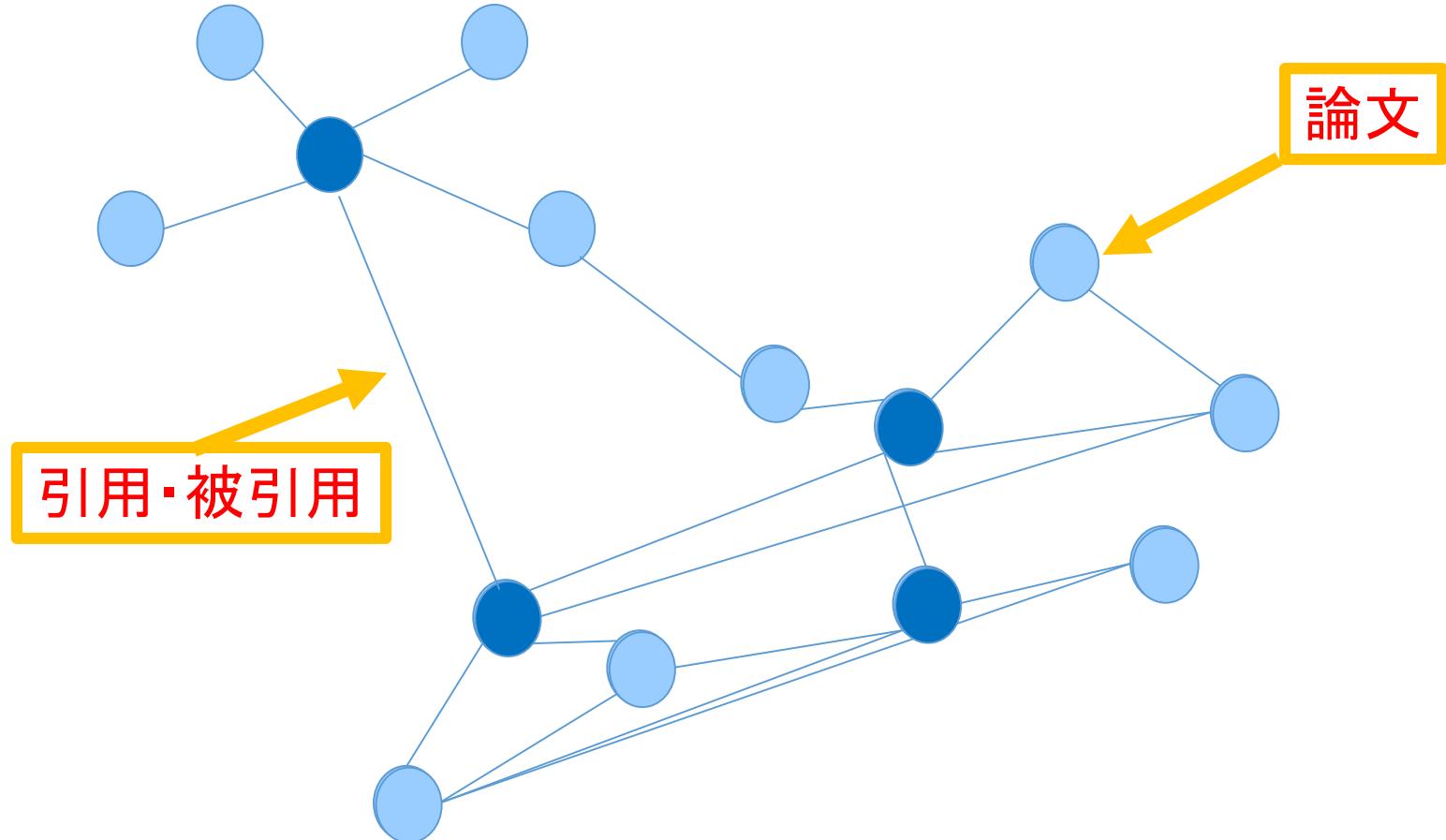
つながりの束としてのネットワーク

知り合いネットワーク



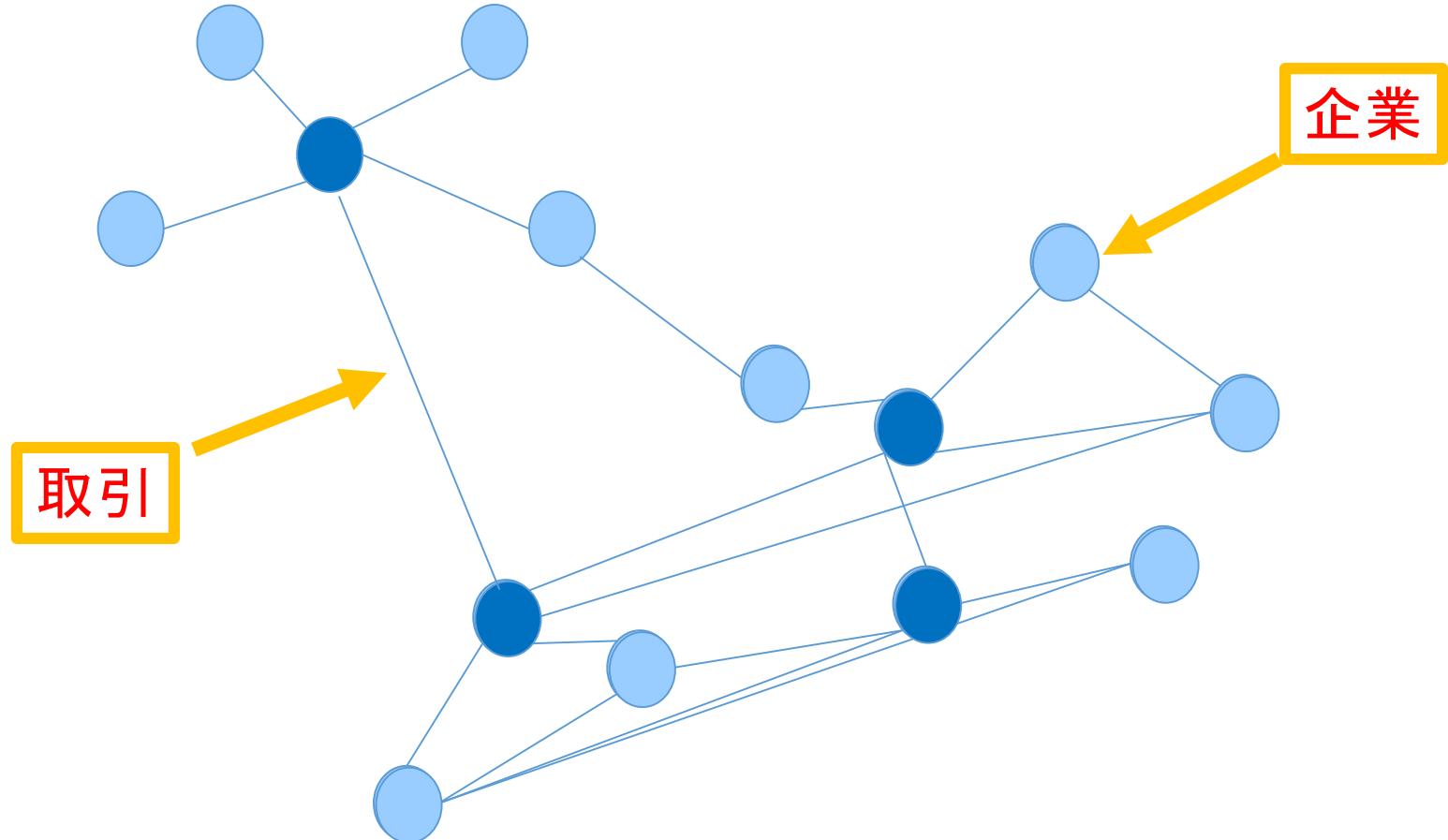
つながりの束としてのネットワーク

論文の引用ネットワーク



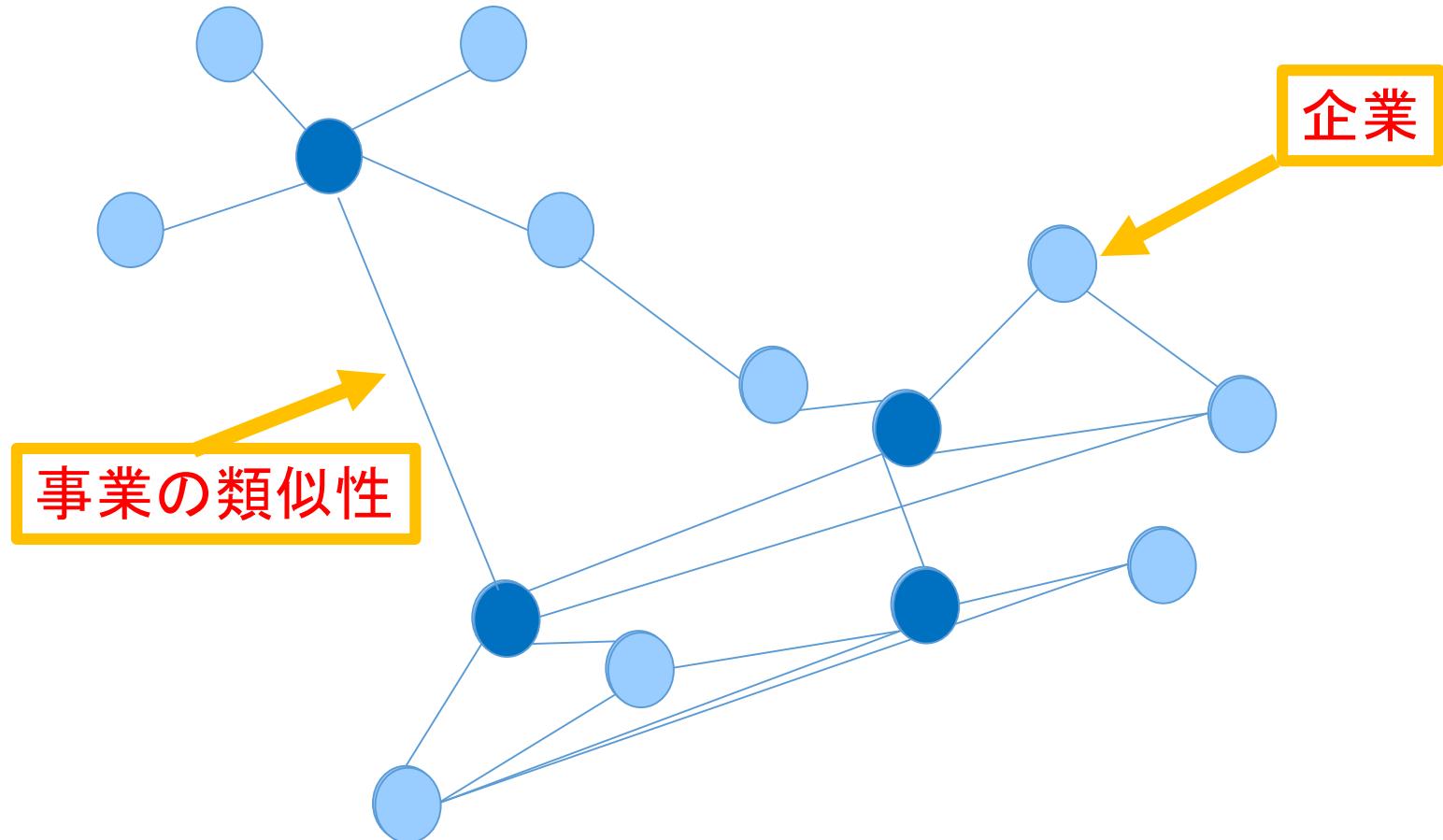
つながりの束としてのネットワーク

企業間の取引ネットワーク

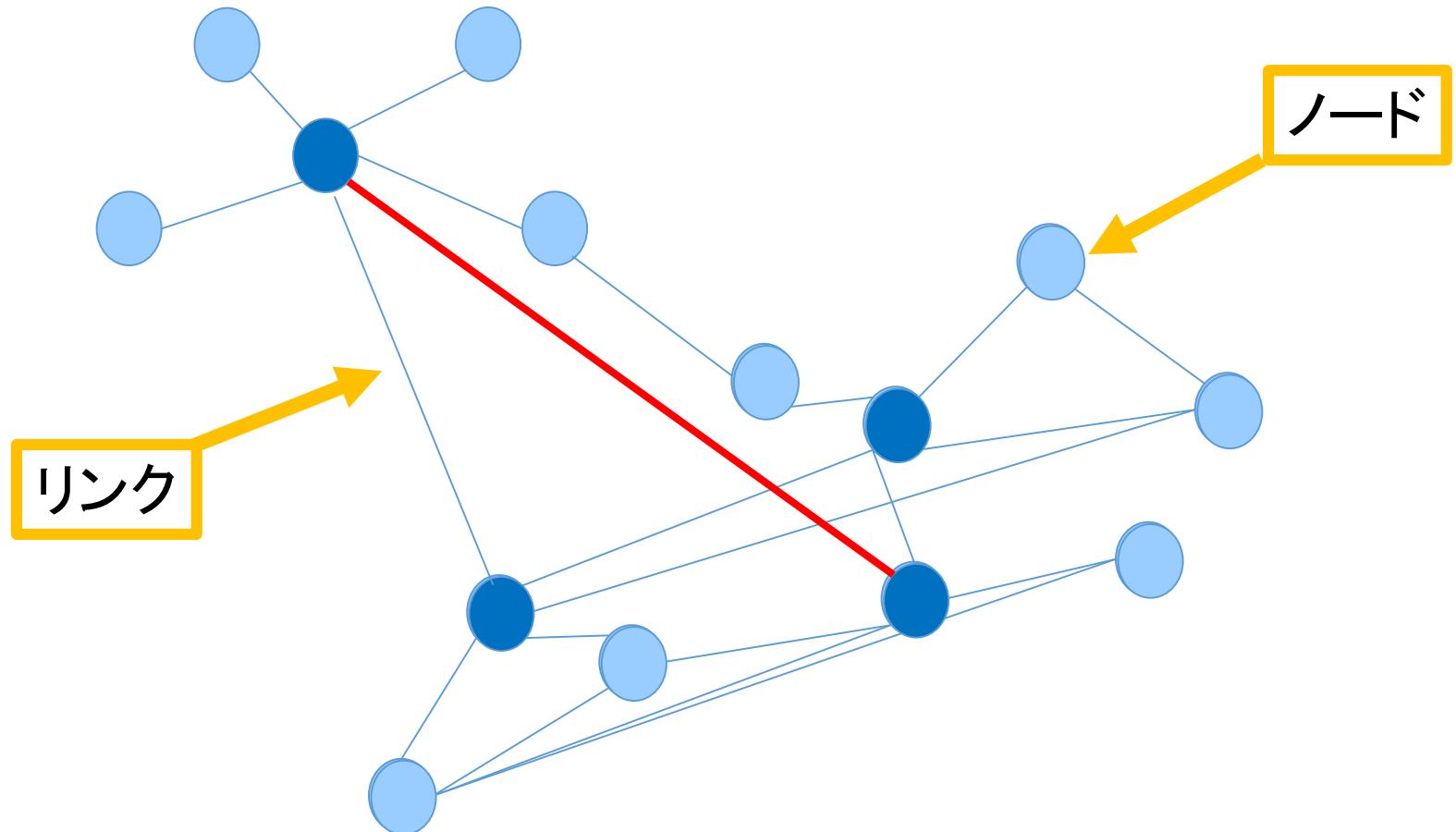


つながりの束としてのネットワーク

企業間の事業の類似性ネットワーク



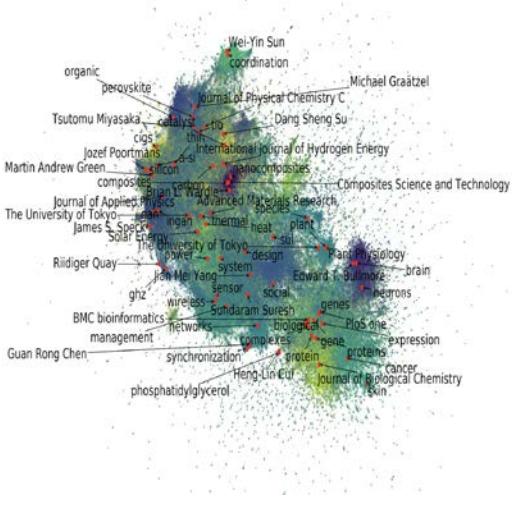
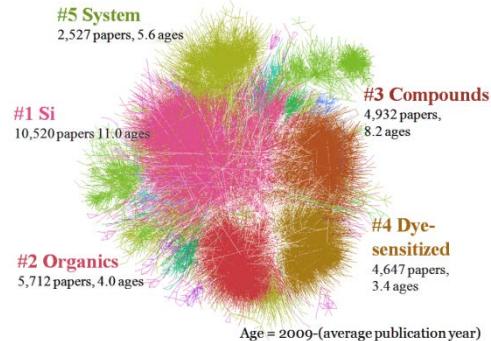
リワイヤリング



研究対象としての様々なネットワーク

学術論文・特許の引用ネットワーク

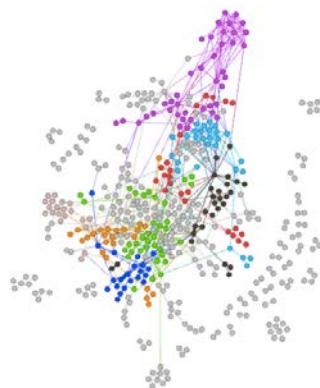
Academic Landscape of Solar Cell Research (1959-2009)



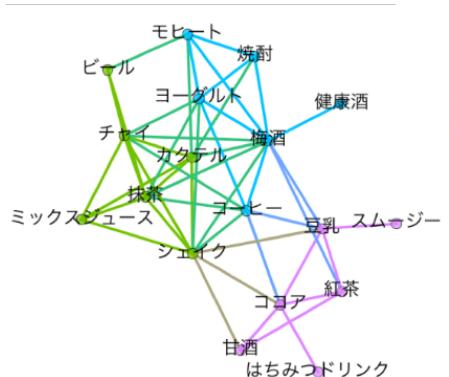
論文著者の共著ネットワーク



ソーシャルメディア内の会話



人の移動と駅ネットワーク



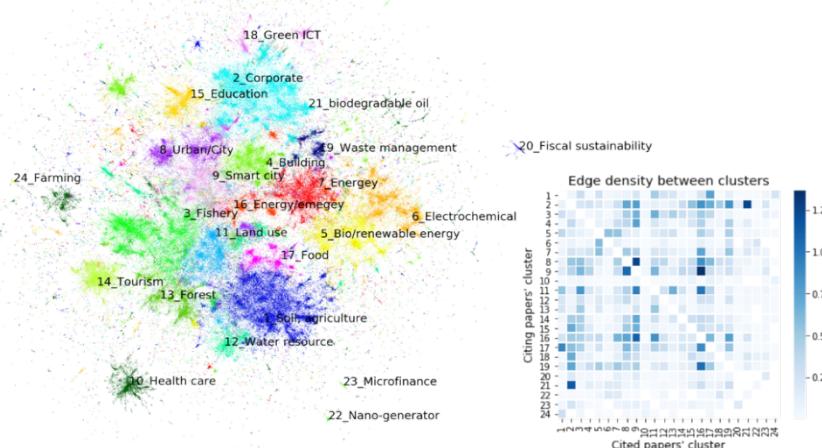
企業のサプライチェーン



ネットワーク情報からの知見抽出法

(1) ネットワーク構造からの読み取り

—クラスタリング係数、平均パス長、モジュラリティ等



(2) ネットワーク指標を特徴量等として活用

—機械学習の特徴量化による予測等

著作権等の都合により、
ここに挿入されていた画像を削除しました

ASCAPERのキャプチャ画像

<https://academic-landscape.com/page/about#method>

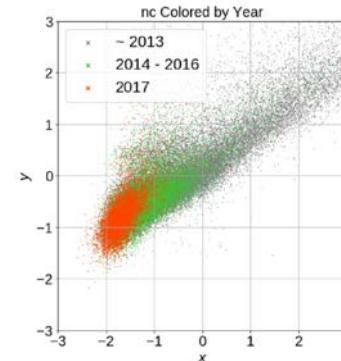
(3) ネットワークの表現学習

—ノードの分散表現の獲得とネットワーク成長の方向性の特定等

著作権等の都合により、
ここに挿入されていた画像を削除しました

Graph Embeddingの画像

<http://mcl.usc.edu/news/2019/01/14/mcl-research-on-graph-embedding/>

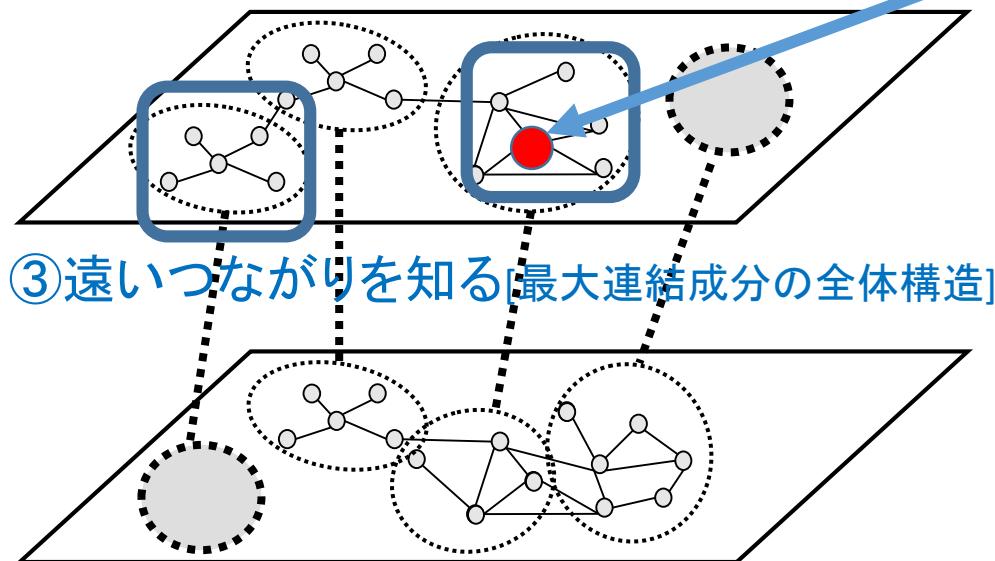


ネットワークからの知見抽出の例

①コミュニティ内におけるその人(又は企業、知識等)

自体の位置取りを知る[ノードのネットワーク指標、所属クラスタ情報]

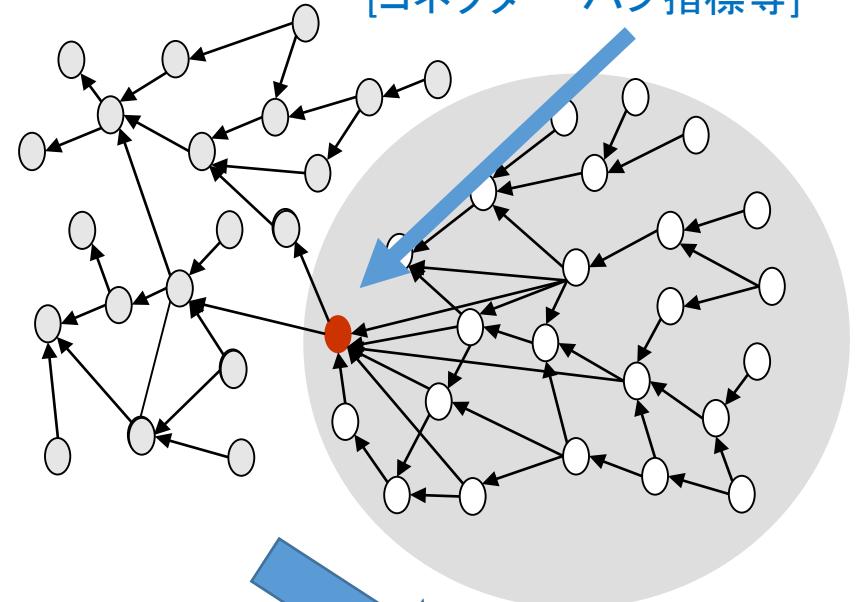
②近い友人を見る[クラスタリング]



③遠いつながりを知る[最大連結成分の全体構造]

④異種ネットワークとの関係を知る
[異種ネットワーク間の分析]

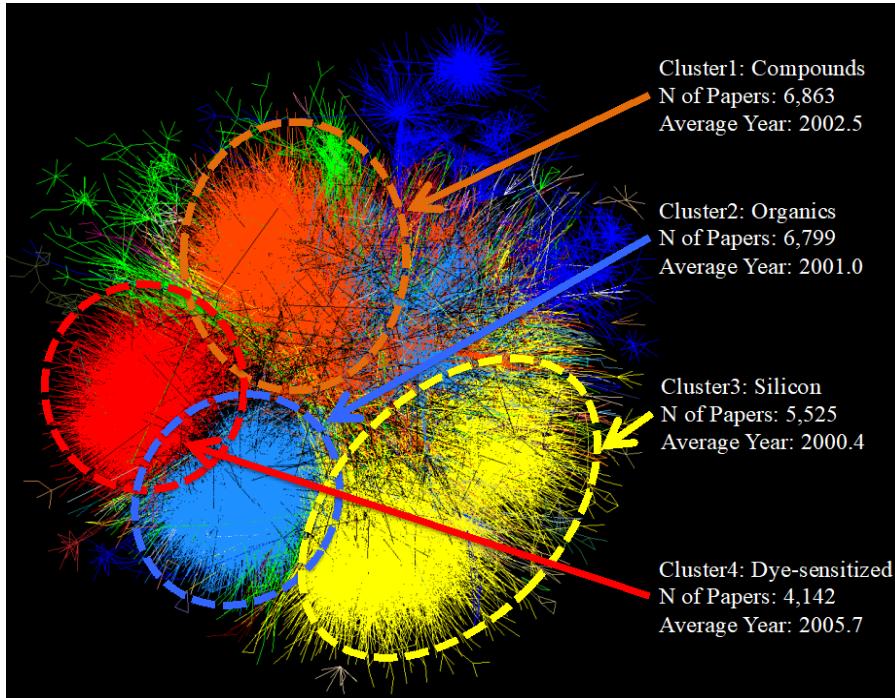
⑥重要なノードを見つける
[コネクター・ハブ指標等]



⑤ネットワークの
成長の方向性を知る
[クラスターのダイナミクス、表現学習]

その子を知らざればその友を視よ

引用に基づく俯瞰マップ



内容の分類が可能な論文の引用ネットワーク
(内容的に関連深いと考えた引用=リンク)

ボトムアップの人間の意思表示(例:意気投合する、内容的に関連深いと認知する、信頼して取引をする)がそのような状態を生み出す！

取引に基づくクラスター構成

#	ノード数	中心業種	有力ノード
1	364	電機・金属・樹脂	諏訪金属、花村産業、新光電気工業、矢島、日精樹脂工業、長野日本無線、山洋電気、シナノケンシ、東京特殊電線、TDK、長野プラ版、三菱電機機器販売、長野計器、オリオン機械、進和商事、上田日本無線、山辺、信越電線、長野小森電機、柳沢精機製作所、日置電機、日立電線、テクノエクセル、エイト
2	313	精密機器	東信銅鉄、国興、日本電産サンキョー、多摩川精機、上野興業、ミネベア、マルニシ、キタキン、平田商会、石川島芝浦機械、平和特殊鋼材、平和時計製作所、タカノ、帝国通信工業、東洋精機工業、乾光精機製作所、南信化成、コガネイ、天童丸澤、SMC、石川島汎用機械、共栄電資
3	287	大手光学メーカー	セイコーホーリン、オリエンパス、京セラ、スズデン、桜田電気工業、富士電機、富士電機デバイステクノロジー、化興、昭和電機産業、オムロン、ルビコン、マルスカサイ、長野弘輝、イースタン、信濃電材、ハーモ
4	249	大手電機・情報	富士通、ダイワボウ情報システム、日本電気、日立製作所、丸紅インフォテック、沖電気工業、電算、長野リコー
5	171	精密機器	鍋林、サンコー、山宗、日本電産ニッシン、泉精器製作所、日本ビスコ、名古屋電気、太陽工業、ニチコン
6	131	大手電機	東芝、三菱電機、本多通信工業、東京周波、鐘通、研電
7	122	光学・レンズ	チノンテック、佐藤金属、日東光学、コシナ
8	99	精密機器	角商事、キツツ、ミズズ工業
9	70	商社	ユアサ商事、双葉電子工業、甲信商事
10	53	電子部品	オムロン飯田
11	39	電子部品	日本電産コパル

事業内容の分類が可能な企業の取引ネットワーク
(信用して取引するという判断=リンク)

ネットワークに基づく知見の社会応用例

ホライゾン・スキャニング

著作権等の都合により、
ここに挿入されていた画像を削除しました

Ref. V. Ttipanuvat et.al, JETM vol.32, 2014
I. Sakata et al.. TFSC vol. 80 , 2013

成長・地域牽引企業の特定

著作権等の都合により、
ここに挿入されていた画像を削除しました

Ref. Y. Kajikawa et al., TFSC vol. 79, 2012

Start-up Readiness の測定

著作権等の都合により、
ここに挿入されていた画像を削除しました

2012 Ref. T. Goji et al., PICMET 2018

予測と開発戦略の策定

著作権等の都合により、
ここに挿入されていた画像を削除しました

ASCAPERのキャプチャ画像

<https://academic-landscape.com/page/about#method>

Ref, N. Shibata et al.. TFSC vol.78, 2011
H. Sasaki et al., JSDEWES vol.4(4), 2016
K. Asatani et al., PLOS One vol.13, 2018

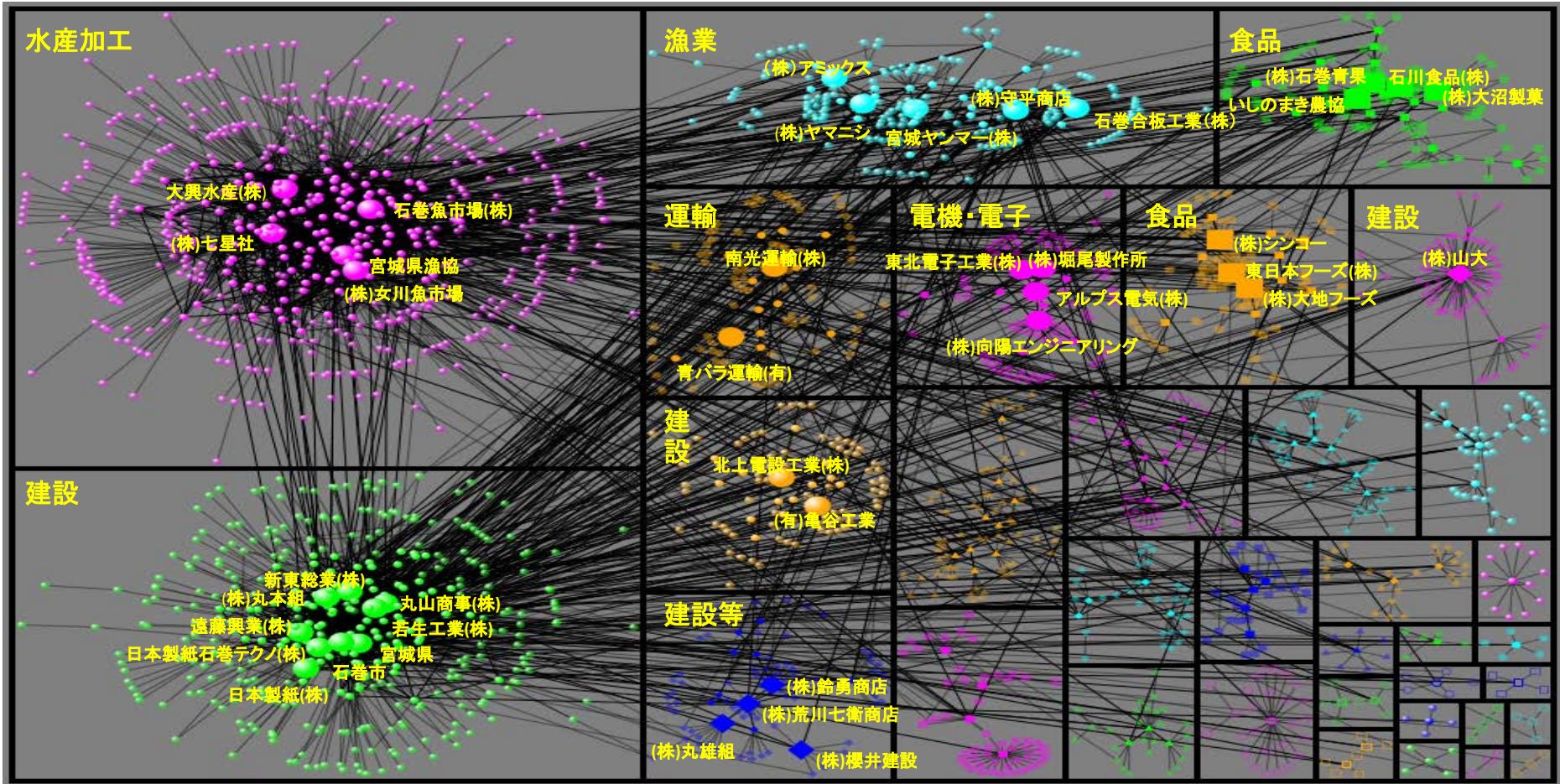
技術コンバージェンス支援

著作権等の都合により、
ここに挿入されていた画像を削除しました

Ref. T. Kose et al., TFSC, vol.146, 2019
H. Nakamura et al., TFSC vol.94,
2015

H23中小企業白書2-1-9図①

石巻都市雇用圏における企業の取引構造



資料：(株)帝国データバンク「SPECIA」を用いて、東京大学政策ビジョン研究センター坂田教授、森助教の協力により作成

- (注)
1. 石巻都市雇用圏とは、石巻市、東松島市、女川町をいう。
 2. 石巻都市雇用圏の企業が供給元となる取引を集計した。
 3. 太線の四角の範囲がそれぞれ各企業群を表す。線は取引を表す。
 4. 各企業群内の大きな点は、主な中核企業・橋渡し企業を表す。小さな点はその他の企業を表す。
 5. 本分析では、取引の大きさ（取引額）を反映できない、石巻都市雇用圏外に本社が存在する事業所が含まれていないなどの制約がある。

中小企業庁『中小企業白書2011』2011年、p. 132
https://www.chusho.meti.go.jp/pamflet/hakusyo/h23_1/110803Hakusyo_part2_chap1_web.pdf

2. ネットワークの視点からみた地域

- 地域のメタボリズム(つながりの新陳代謝)
- ネットワークから見える地域の真の経済構造
- 遠距離交流力の高い企業群の特定

“地域産業政策の出発点は、地域ネットワークの構築と発展を支える集団としてのアイデンティティーと信頼をはぐくむことだ。”

アナリー・サクセニアン 『現代の二都物語』(講談社、1995年)より

イノベーションにおける「地域」の重要性

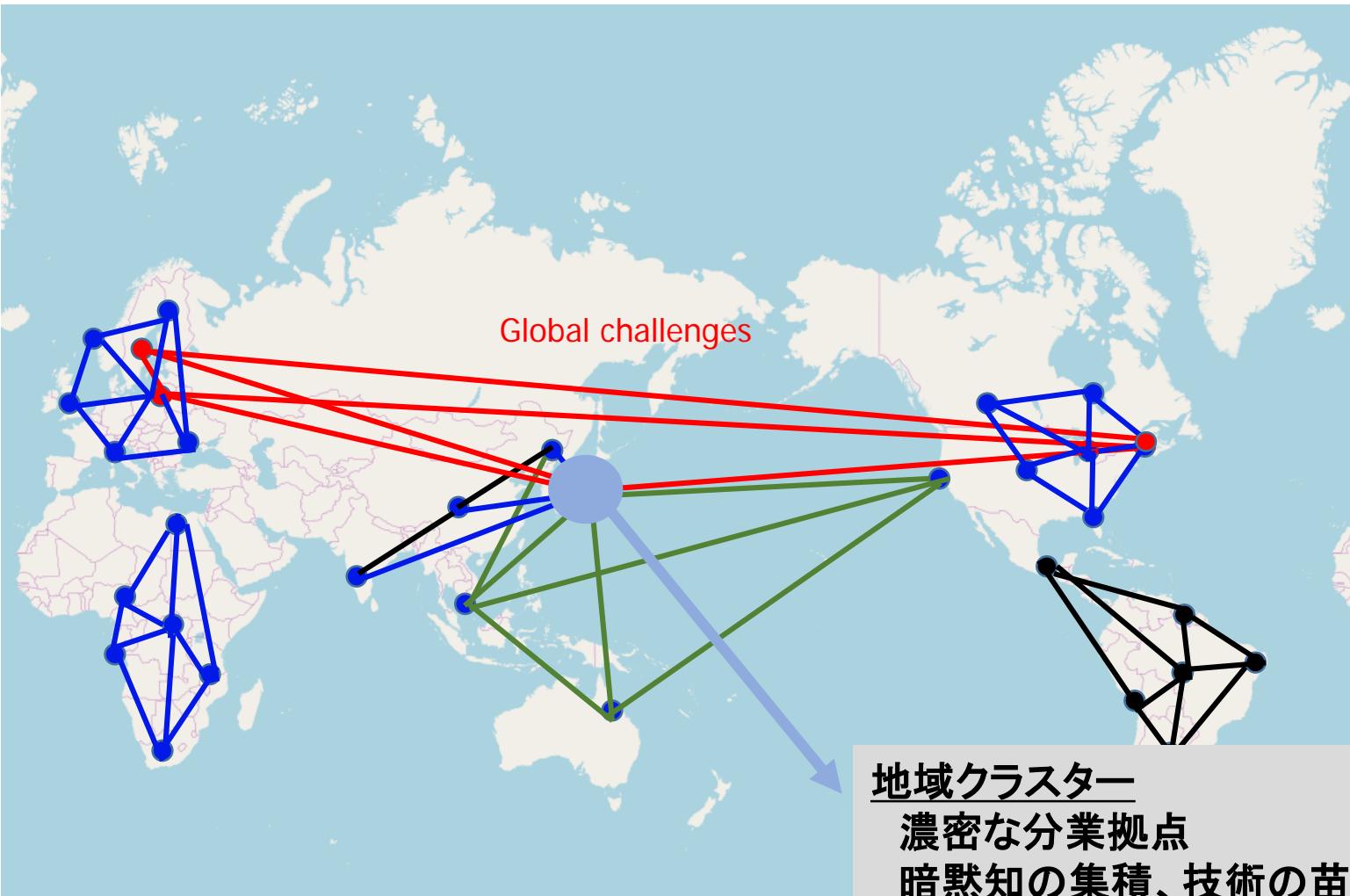
While firms can access factors of production across the globe, local knowledge and capabilities, including proximity to research and education institutions continue to matter for innovation.

(Source) Ministerial report on the OECD innovation strategy, May 2010.

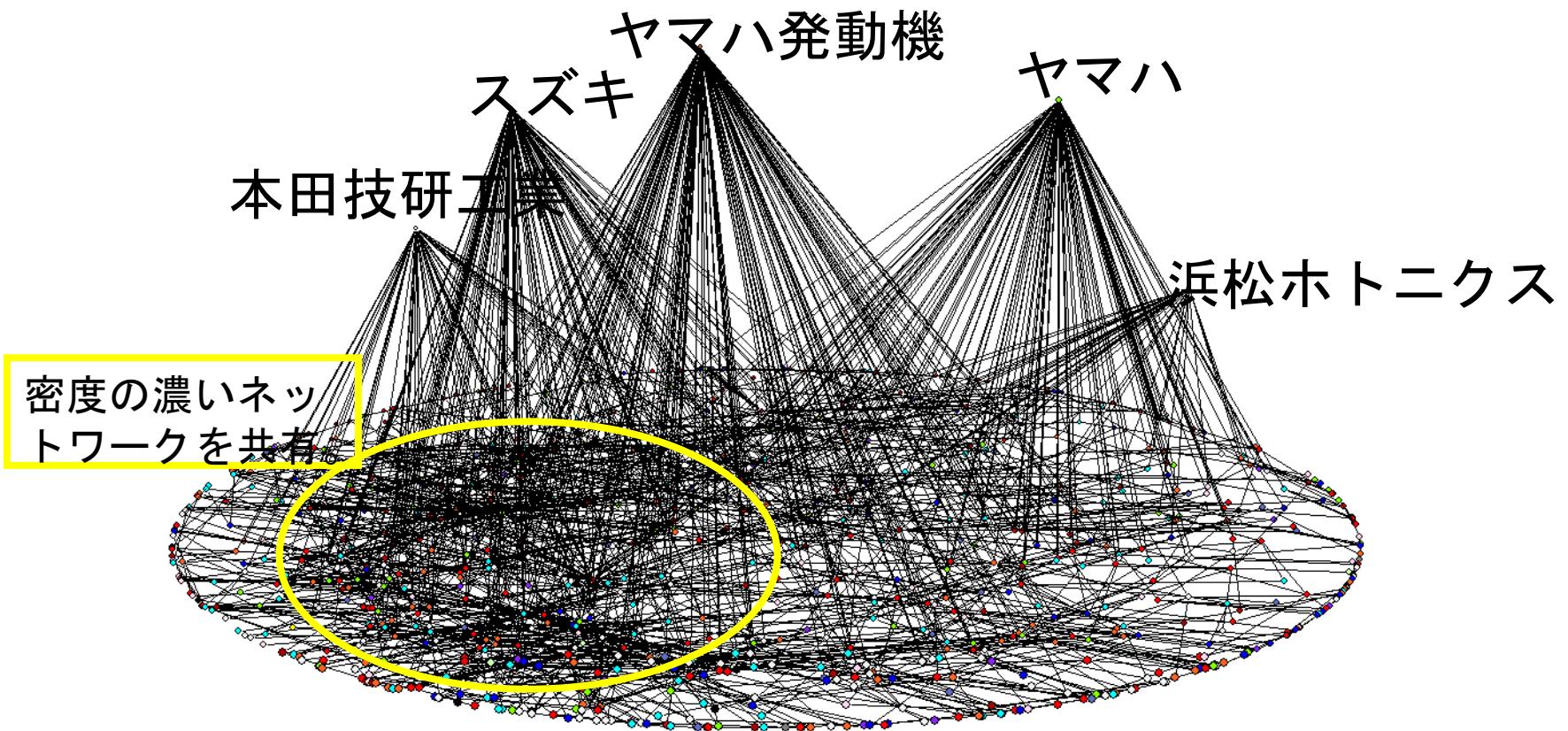
<「地域」を価値あるものとする主な環境要素>

- 大学や先端研究機関が持つ「場」に固着した知見や人材育成力
- 産学官民連携のエコシステム（技術移転制度、技術移転機関、産学仲介機関、サイエンスパーク、各種専門家の存在）
- 新事業創出の仕組み（インキュベーション、地域金融、地域商社 等）
- 地域内の信頼感ある結びつき（企業間取引、人的ネットワーク 等）
- 企業間における協力・協働の風土や組織 等

グローバル化と地域ネットワーク

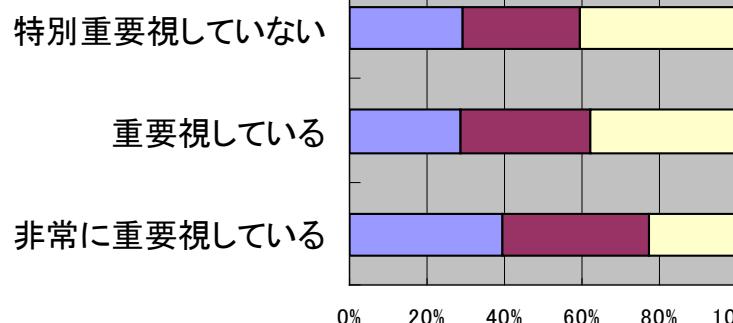
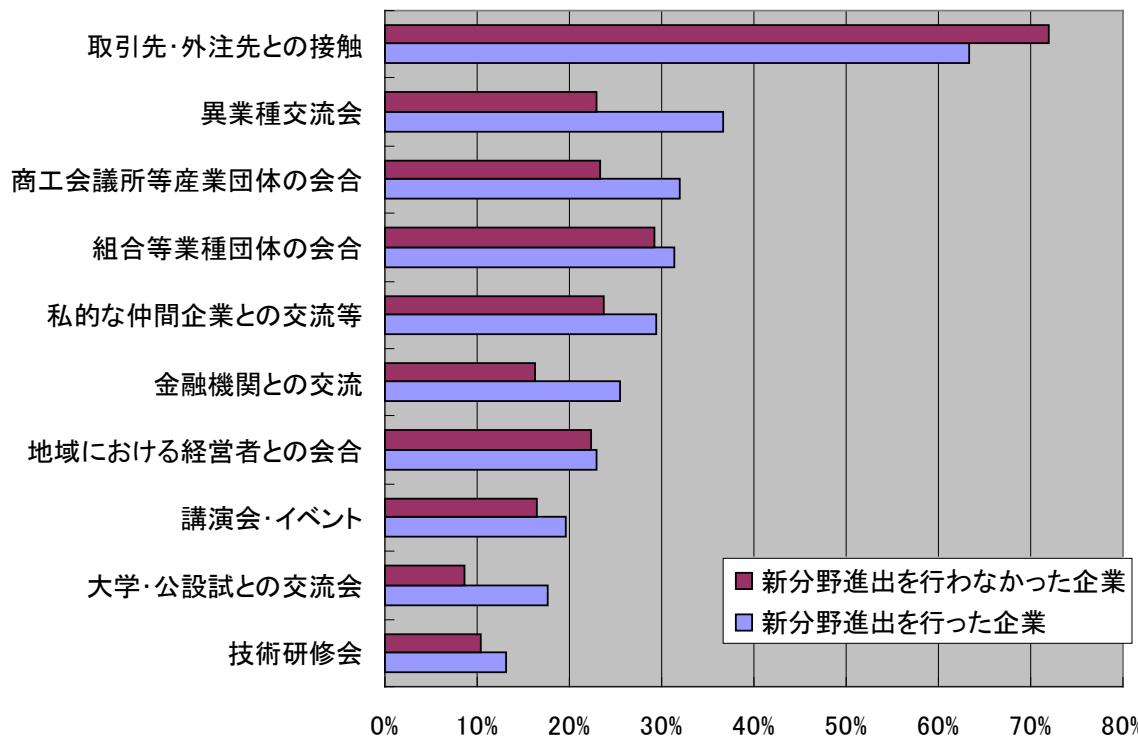


可視化した地域の内部構造（浜松）



- ◆ 地域をネットワーク（企業の生態系）として捉える見方
- ◆ 生産分業、激しい競争、協調、暗黙知や経営資源の共有

中小企業による各種のつながりの評価



集積内で得られる情報を重要視している企業群は収益好調企業の割合が高い

中小企業庁『中小企業白書2006年版』2006年、第2-4-28図
「新分野進出企業が重視する情報収集の場」
https://www.chusho.meti.go.jp/pamflet/hakusyo/h18/H18_hakusyo/h18/index.html

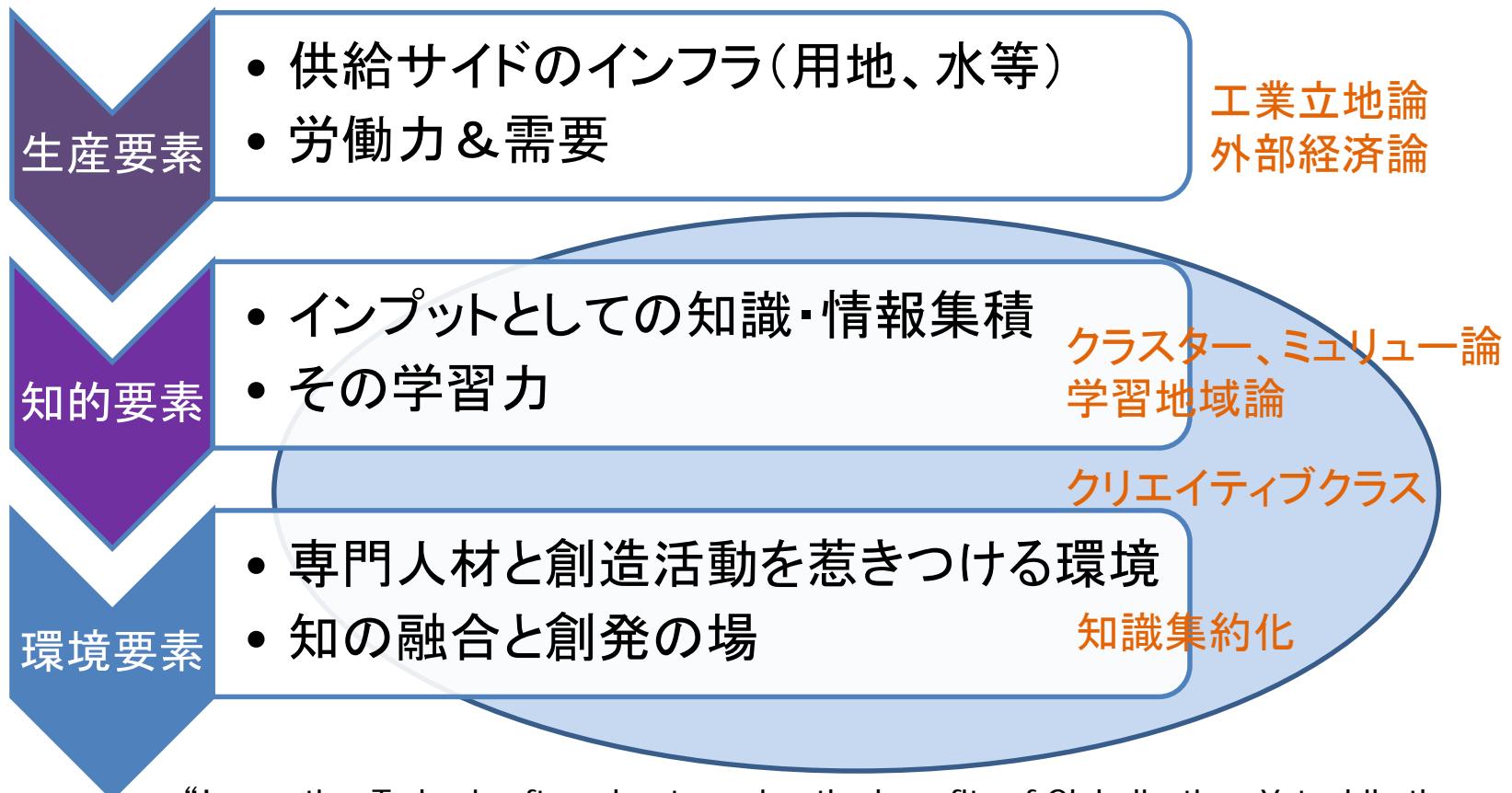
Production Networks in Silicon Valley

A. Saxenian, Research Policy 20(1991) 423-437

著作権等の都合により、ここに挿入されていた文章を削除しました。

出典: Saxenian, A. (1991) The origins and dynamics of production networks in Silicon Valley. *Research Policy*, 20(5), 423-437.

重要な環境条件の歴史的な変化



“Innovation Today is often about reaping the benefits of Globalization. Yet while the **network** may be global, the nodes of innovation- Clusters of expertise- continue to be local. Balancing these global and local forces is a fundamental issue that policy makers have to address, given that many policies are geographically rooted. (The OECD Innovation Strategy: Draft Policy Principles SG/INNOV(2009)4)

地域の産業構造の新たな捉え方

伝統的な捉え方

業種別の特化構造



より実態を反映



企業の売上高、出荷額、
従業員数と成長率



波及効果を考慮



業種に対応したインフラ
(交通、物流、用水・・)

新たな捉え方

つながりで形成された
クラスター(グループ)

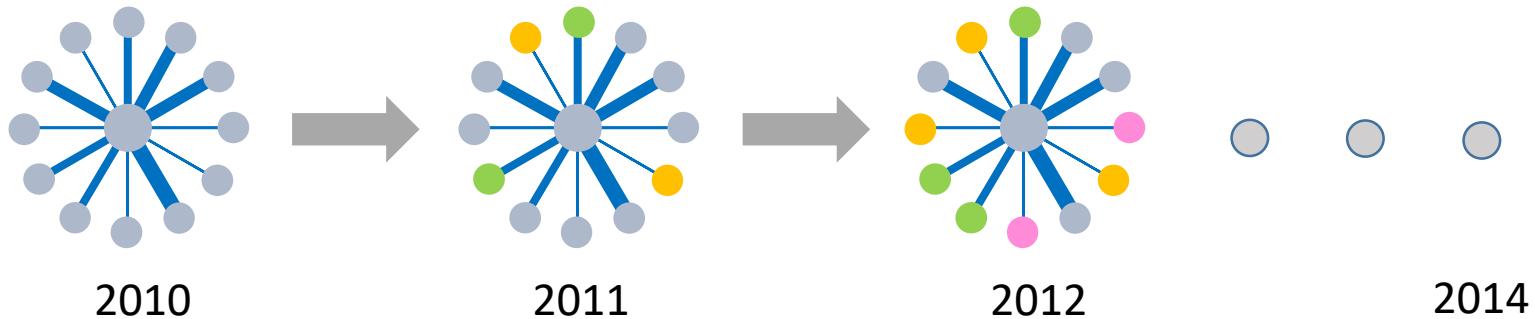
つながりがもたらす
波及効果の大きさ

知識集約化を重視



知識集約化のインフラ
としてのネットワーク
を含める

企業間のつながりのダイナミズム



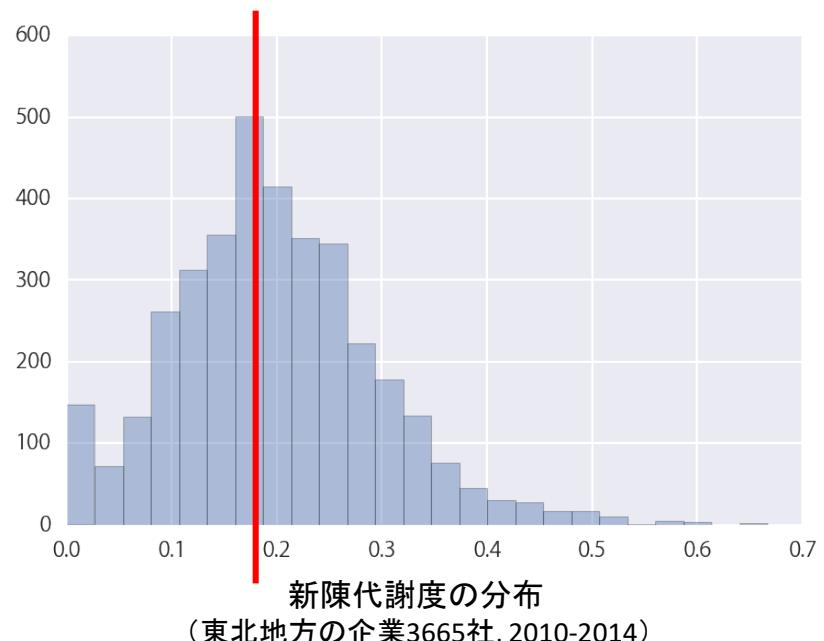
新陳代謝度

企業間取引のマイクロダイナミクス

取引が期間内にどの程度入れ替わったかを各企業の「新陳代謝度」として定義し、存続期間や売上との関係を定量的に解析。

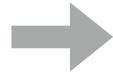
$$1 - \frac{1}{n} \sum Jaccard(A, B)$$

→ サプライチェーンの変動を企業レベルで捉え直し、環境変化への適応力を検証。

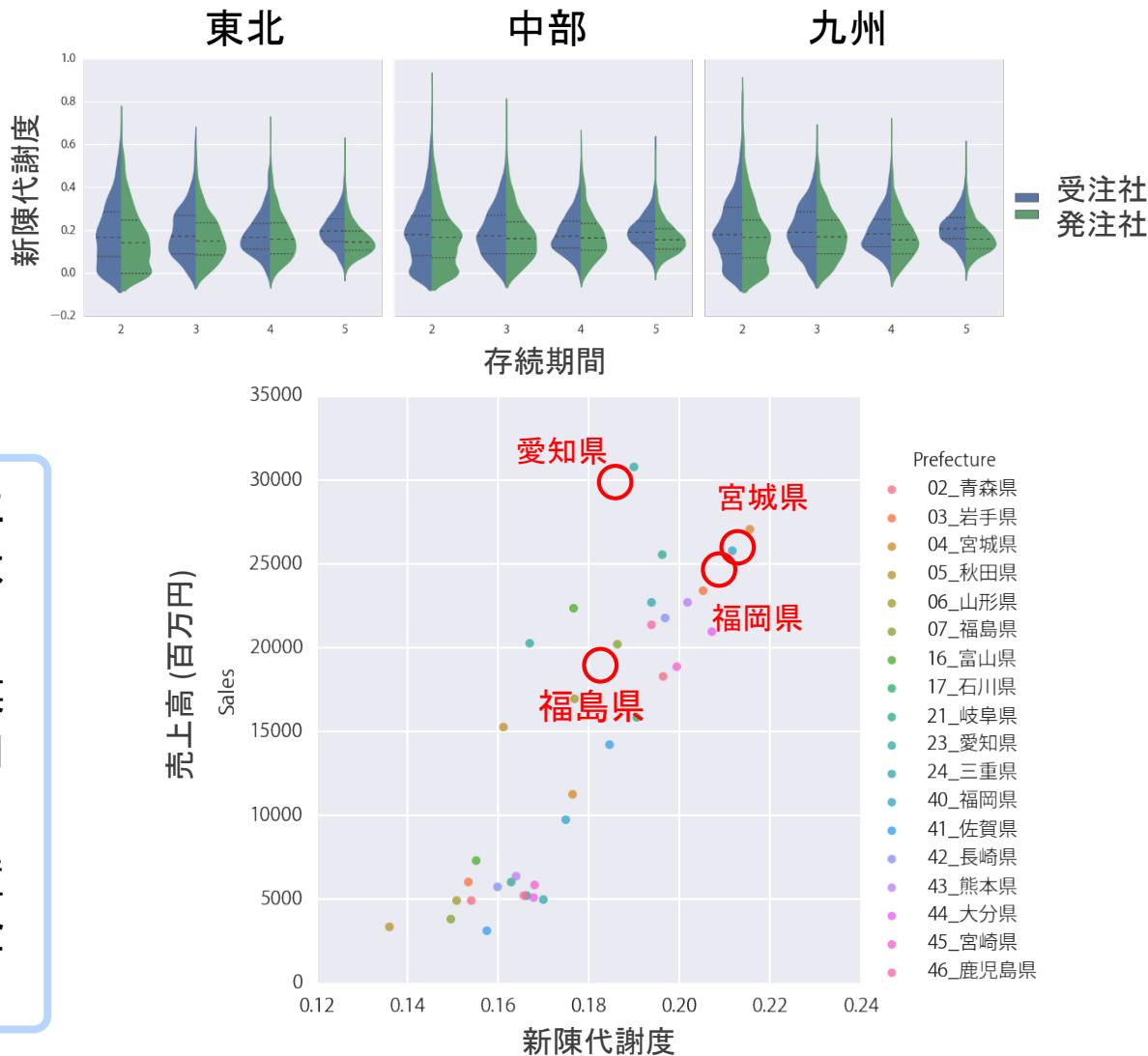


ダイナミズムの地域別の差異

帝国DBの東北・中部・九州地方18県における約500万件の取引データを解析。
(2010-2014、取引数10以上の受発注社が対象)

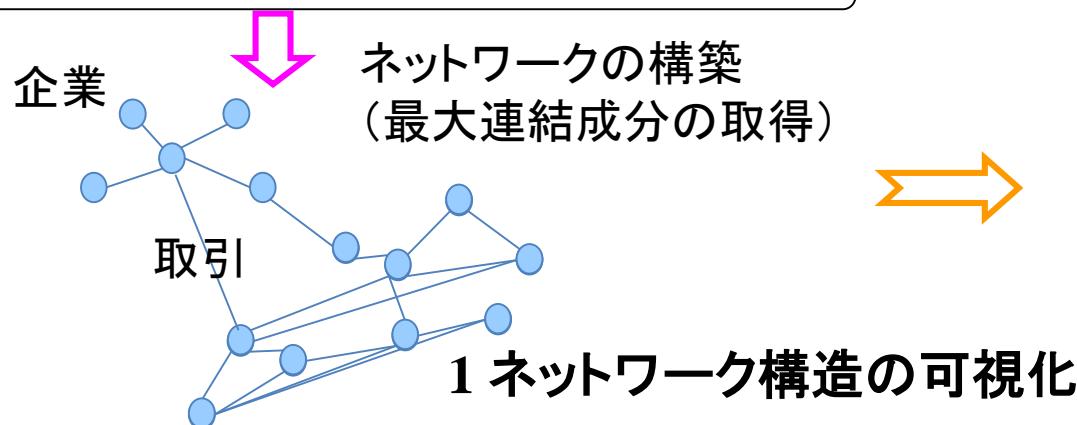


- 3地方、受発注社とともに新陳代謝度が低い企業は存続期間が短い傾向。
- 固定的な取引を持つ企業は市場から撤退する傾向が強い。
- 経済活力の高い地域や産業に新陳代謝度が高い企業が多いことが判明。



地域ネットワークの作り方と分析法

データの取得 (ノード=企業 + リンク = 取引)



2 地域ネットワーク構造の分析

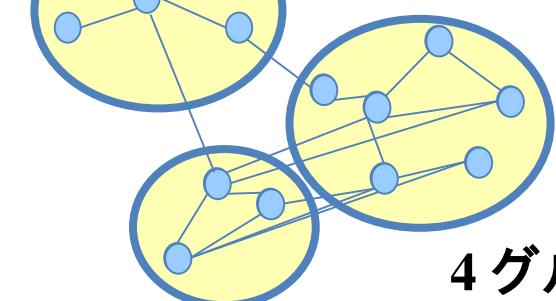
2a 密度

2b 遠距離特性

2c 近距離特性

グループ

3 クラスタリングによる
モジュール構造の抽出



5 モジュール構造の分析

5a モジュール間連携度

5b コネクター・ハブ分析

5c モジュールの地域依存性

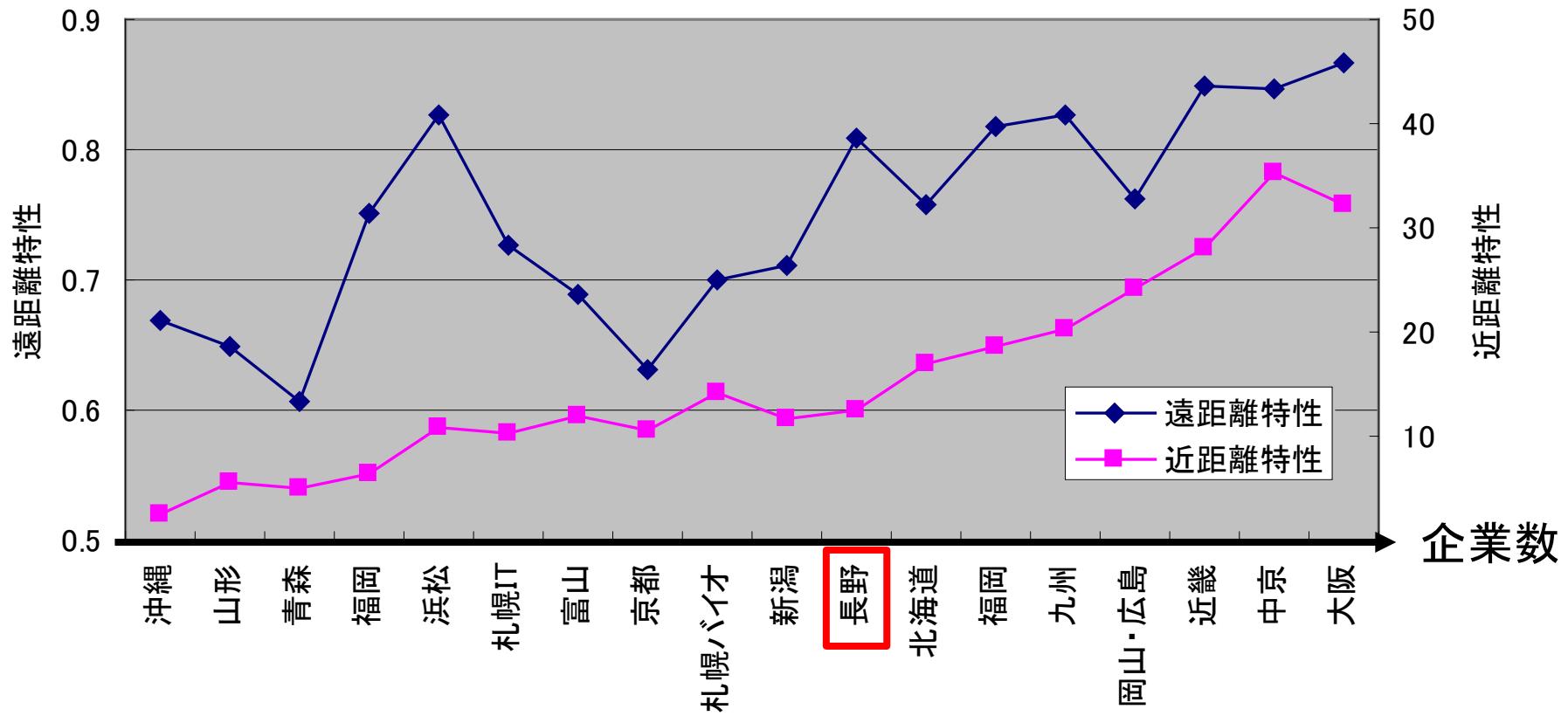
Ref. Ref. 坂田一郎・梶川裕矢, 一橋ビジネスレビュー 57巻2号 pp. 66-79 (2009)

Y. Kajikawa, J. Mori and I. Sakata, "Identifying and bridging the network in a regional cluster",
Technological Forecasting and Social Change 79 (2012) pp.252-262.

坂田一郎、梶川裕矢「ネットワークを通してみる地域の経済構造:スマートワールドの発見」『一橋ビジネスレビュー』57(2)2009年 東洋経済より引用

4 グループ構造の可視化

近距離特性と遠距離特性の地域間比較



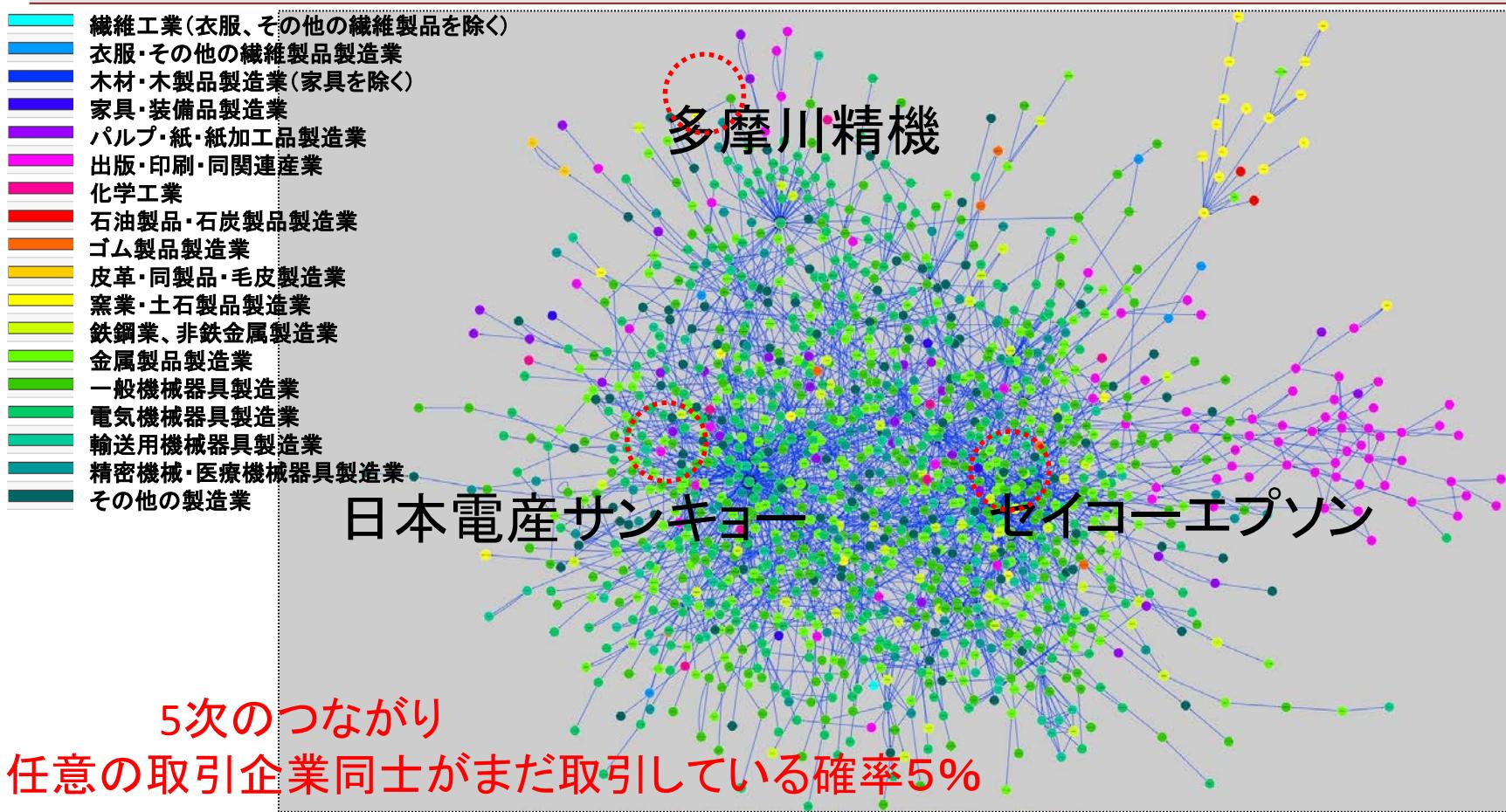
近距離特性: 任意の者の友人同士がまた友人である確率

クラスタリング係数(実測)/クラスタリング係数(ランダム)

遠距離特性: ネットワークのコンパクトさ

平均パス長(ランダム)/平均パス長(実測)

長野全体の取引ネットワーク(製造業)



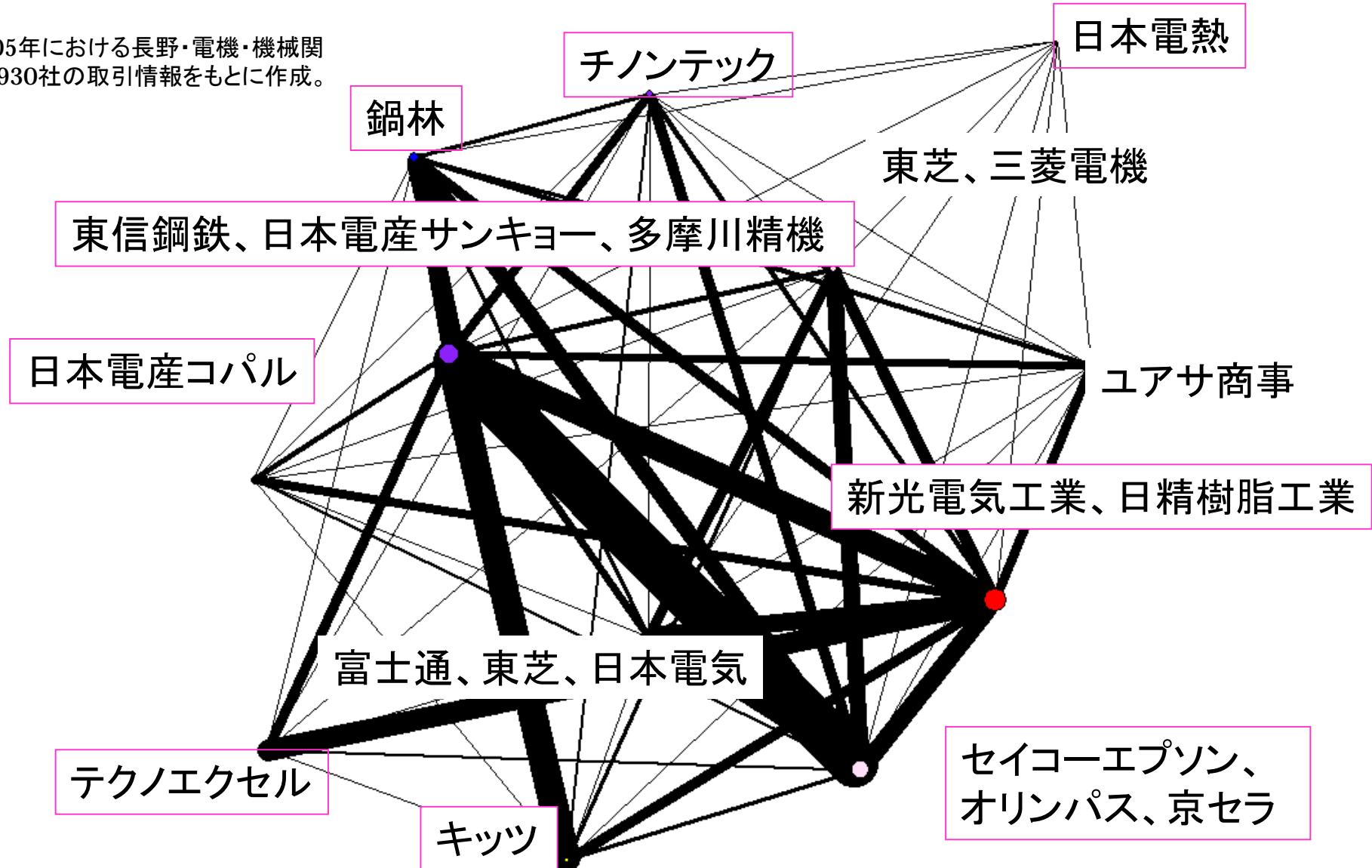
	企業数	域内取引数	平均パス長 L	クラスタリング係数 C	ランダム 平均パス長 L_r	ランダム クラスタリング 係数 C_r	L_r/L	C/C_r
長野県	1309	2560	5.21	0.049	5.691	0.003	1.09	16.33

主要なサブ・クラスター（長野）

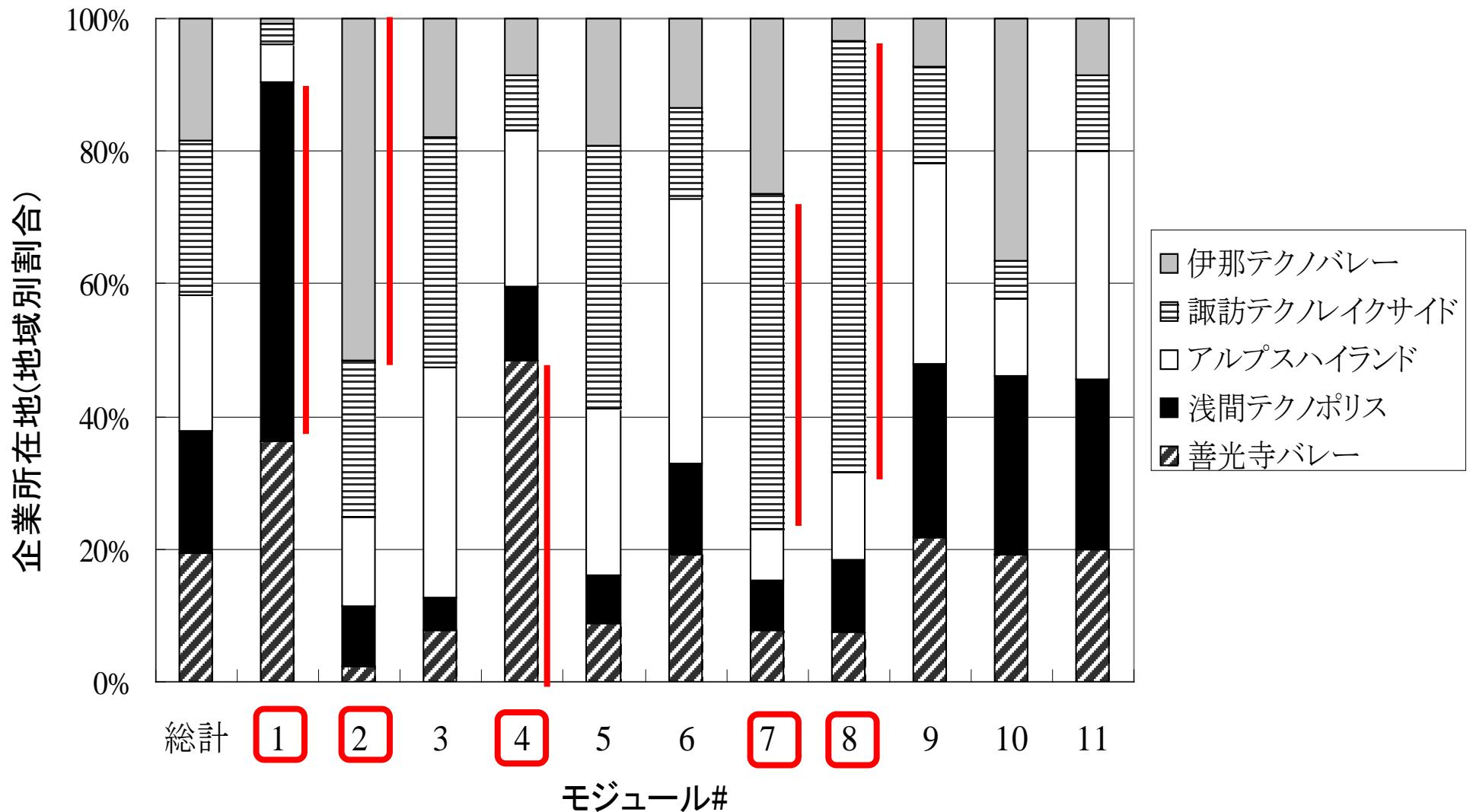
#	ノード数	中心業種	有力ノード
1	364	電機・金属・樹脂	諏訪金属、花村産業、新光電気工業、矢島、日精樹脂工業、長野日本無線、山洋電気、シナノケンシ、東京特殊電線、TDK、長野プラ販、三菱電機機器販売、長野計器、オリオン機械、進和商事、上田日本無線、山辺、信越電線、長野小森電機、柳沢精機製作所、日置電機、日立電線、テクノエクセル、エイト
2	313	精密機器	東信鋼鉄、国興、日本電産サンキヨー、多摩川精機、上野興業、ミネベア、マルニシ、キタキン、平田商会、石川島芝浦機械、平和特殊鋼材、平和時計製作所、タカノ、帝国通信工業、東洋精機工業、乾光精機製作所、南信化成、コガネイ、天竜丸澤、SMC、石川島汎用機械、共栄電資
3	287	大手光学メーカー	セイコーホーリング、オリンパス、京セラ、スズデン、桜田電気工業、富士電機、富士電機デバイステクノロジー、化興、昭和電機産業、オムロン、ルビコン、マルスカサイ、長野弘輝、イースタン、信濃電材、ハーモ
4	249	大手電機・情報	富士通、ダイワボウ情報システム、日本電気、日立製作所、丸紅インフォテック、沖電気工業、電算、長野リコー
5	171	精密機器	鍋林、サンコー、山宗、日本電産ニッシン、泉精器製作所、日本ピスコ、名古屋電気、太陽工業、ニチコン
6	131	大手電機	東芝、三菱電機、本多通信工業、東京周波、鐘通、研電
7	122	光学・レンズ	チノンテック、佐藤金属、日東光学、コシナ
8	99	精密機器	角商事、キツツ、ミスズ工業
9	70	商社	ユアサ商事、双葉電子工業、甲信商事
10	53	電子部品	オムロン飯田
11	39	電子部品	日本電産コパル

ネットワークからみた産業構造

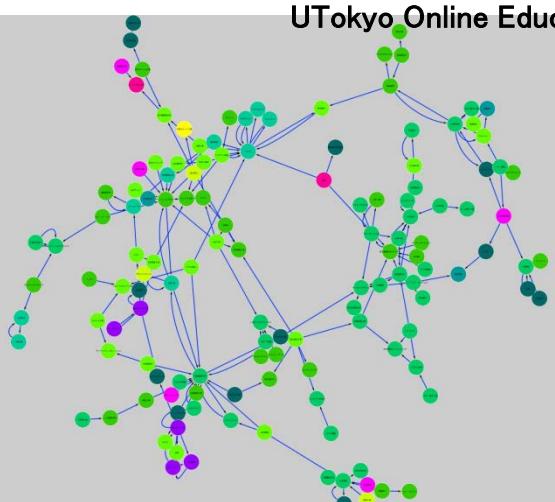
2005年における長野・電機・機械関連1930社の取引情報をもとに作成。



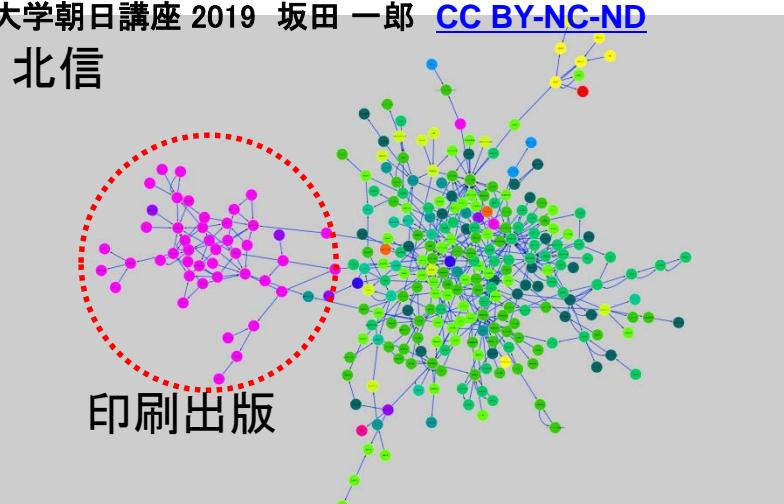
長野サブ・クラスターの狭い地域性



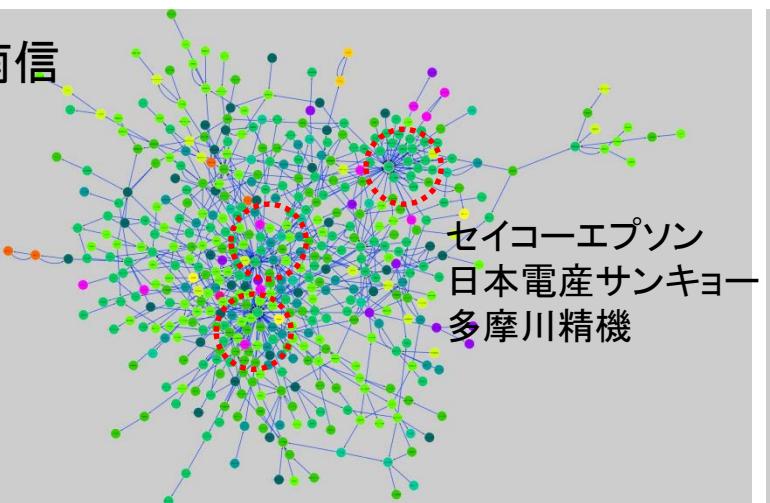
中信



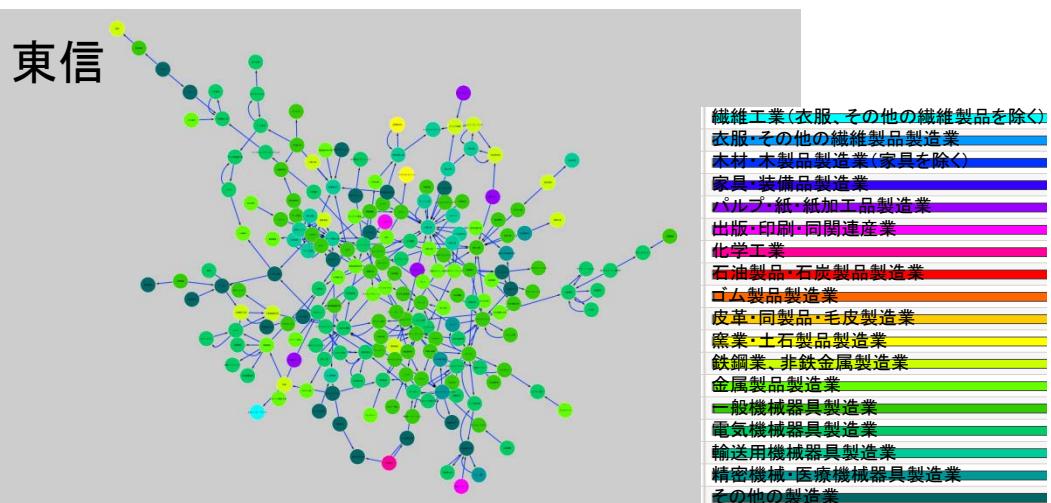
北信



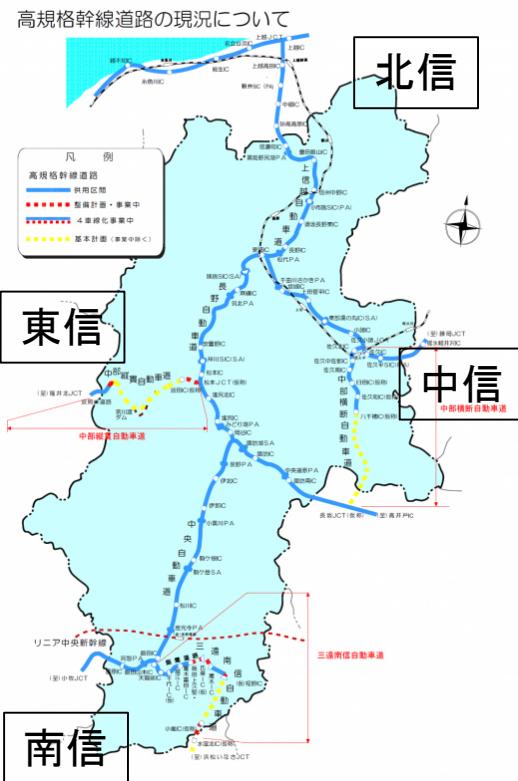
南信



東信

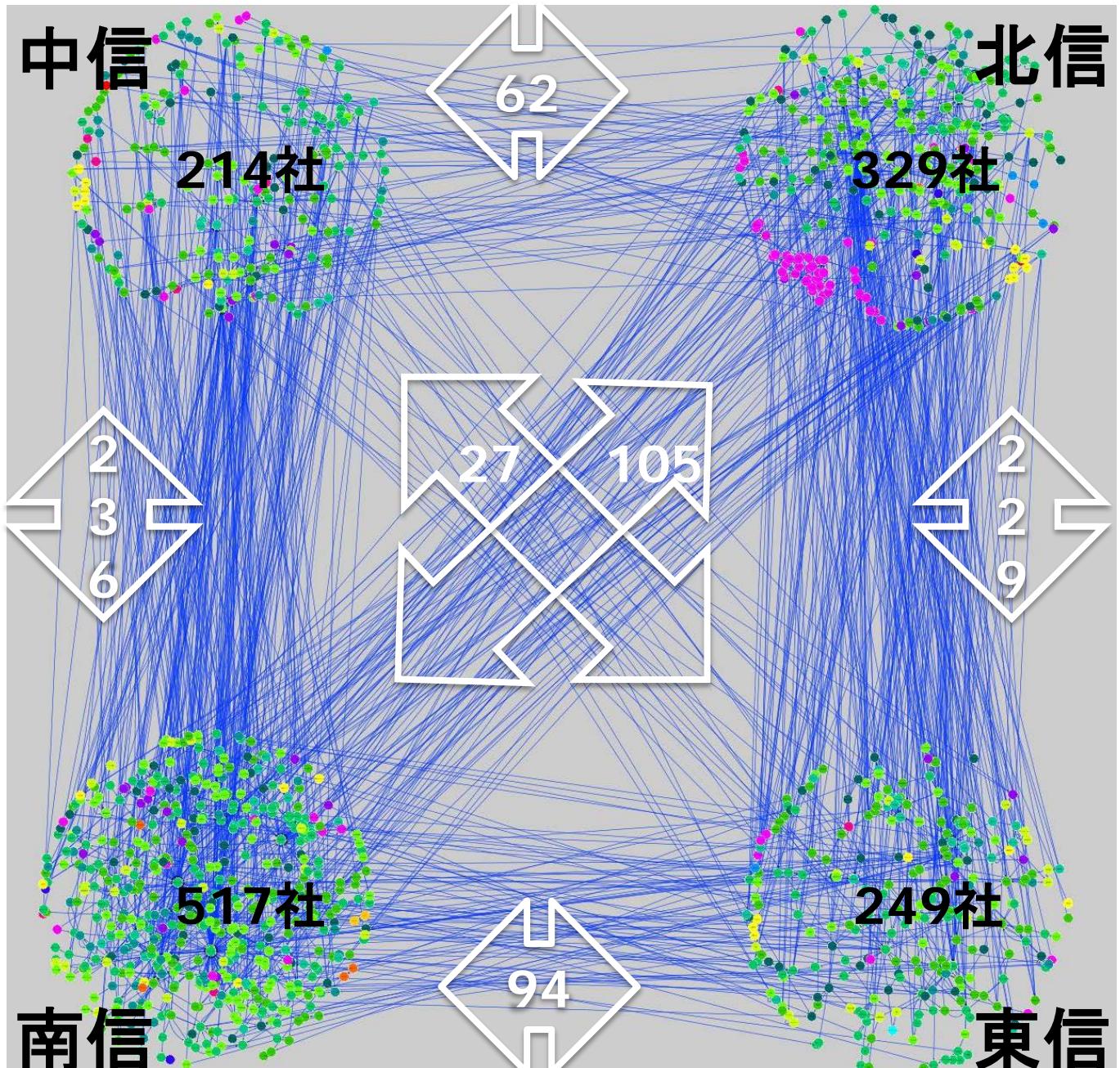


	企業数	域内取引数	平均パス長 L	クラスタリング係数 C	ランダムグラフ 平均パス長 Lr	ランダムグラフ クラスタリング係数 Cr	Lr/L	C/Cr
中信	134	196	5.767	0.08	4.920	0.022	0.85	3.64
北信	290	483	5.483	0.067	5.330	0.005	0.97	13.40
東信	202	304	5.866	0.053	4.826	0.017	0.82	3.12
南信	468	765	4.995	0.052	5.652	0.005	1.13	10.40



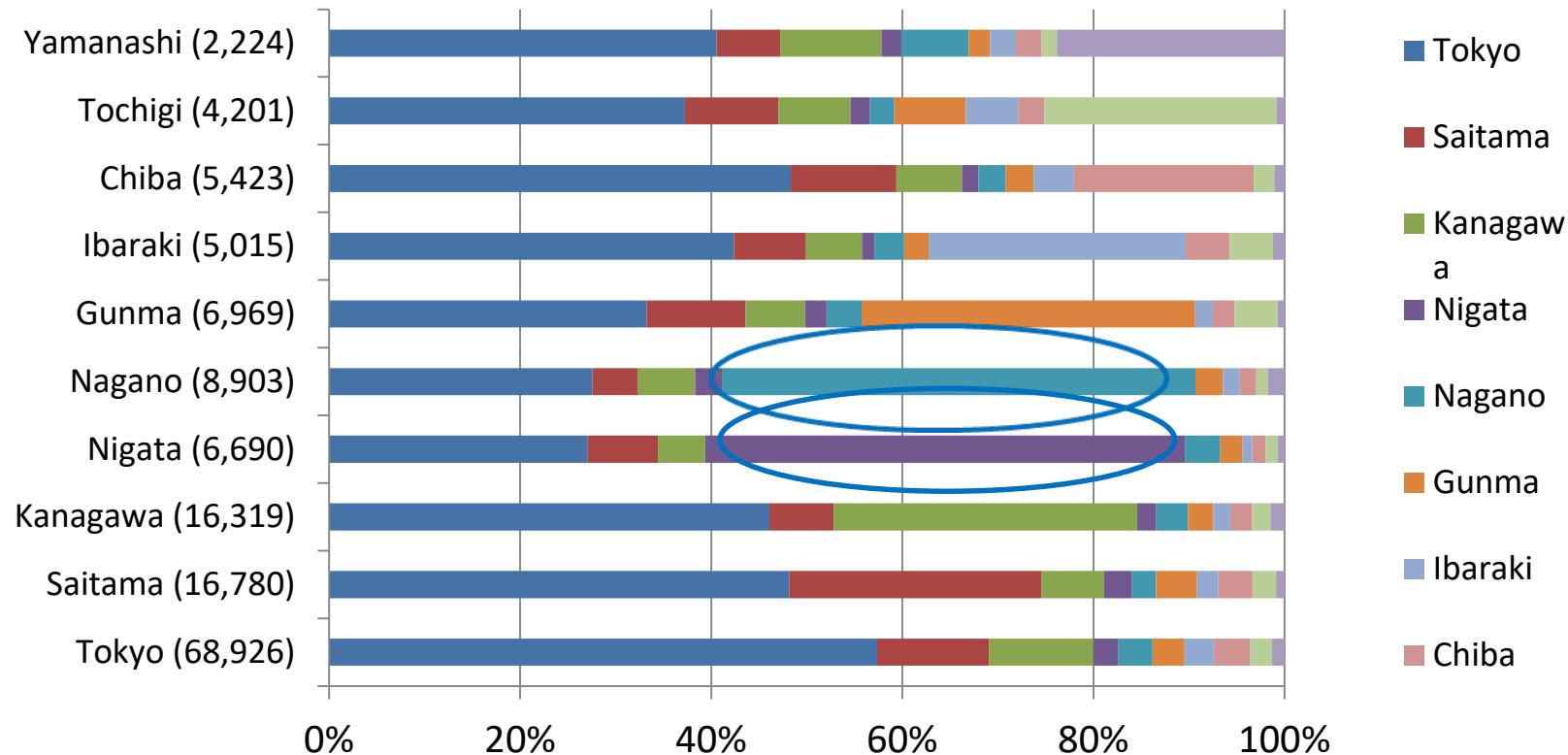
長野県庁
<https://www.pref.nagano.lg.jp/michiken/infra/doro/seibi/kosoku/stock.html>

*各地域企業数は長野県内取引
最大連結成分に所属する企業のみ



県単位の取引構造、東京への依存度の比較

新潟と長野は、関東甲信越において、県内取引が非常に密な地域。裏返しとして、大市場であり、情報が集積する東京とのつながりが弱い。
構造変化への弱さ、新事業開拓力の不足につながっているのではないか。



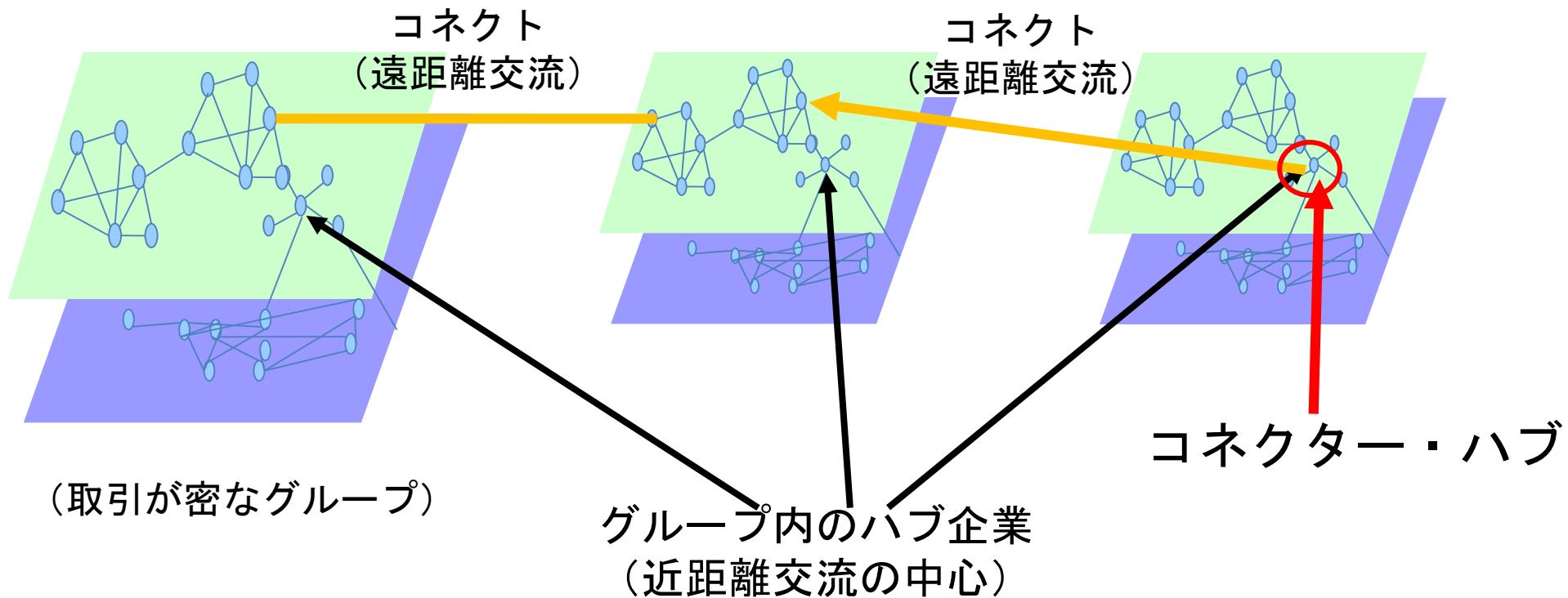
Ref. H. Sasaki, I. Sakata and Y. Kajikawa, "Scope of multilayered network for regional cluster policy in Japan", The 21th International Conference for Management of Technology(IAMOT2012), in Hsinchu, Taiwan (18-22, March, 2012)

コネクター・ハブのイメージ（新たな視点）

ハブ企業：継続的な取引をする信頼関係の高いつながりの中核

コネクター：取引関係の少ない遠い存在の企業とつながりを多く持つ企業
(地方の小都市と東京、異分野の企業同士のつながりなど)

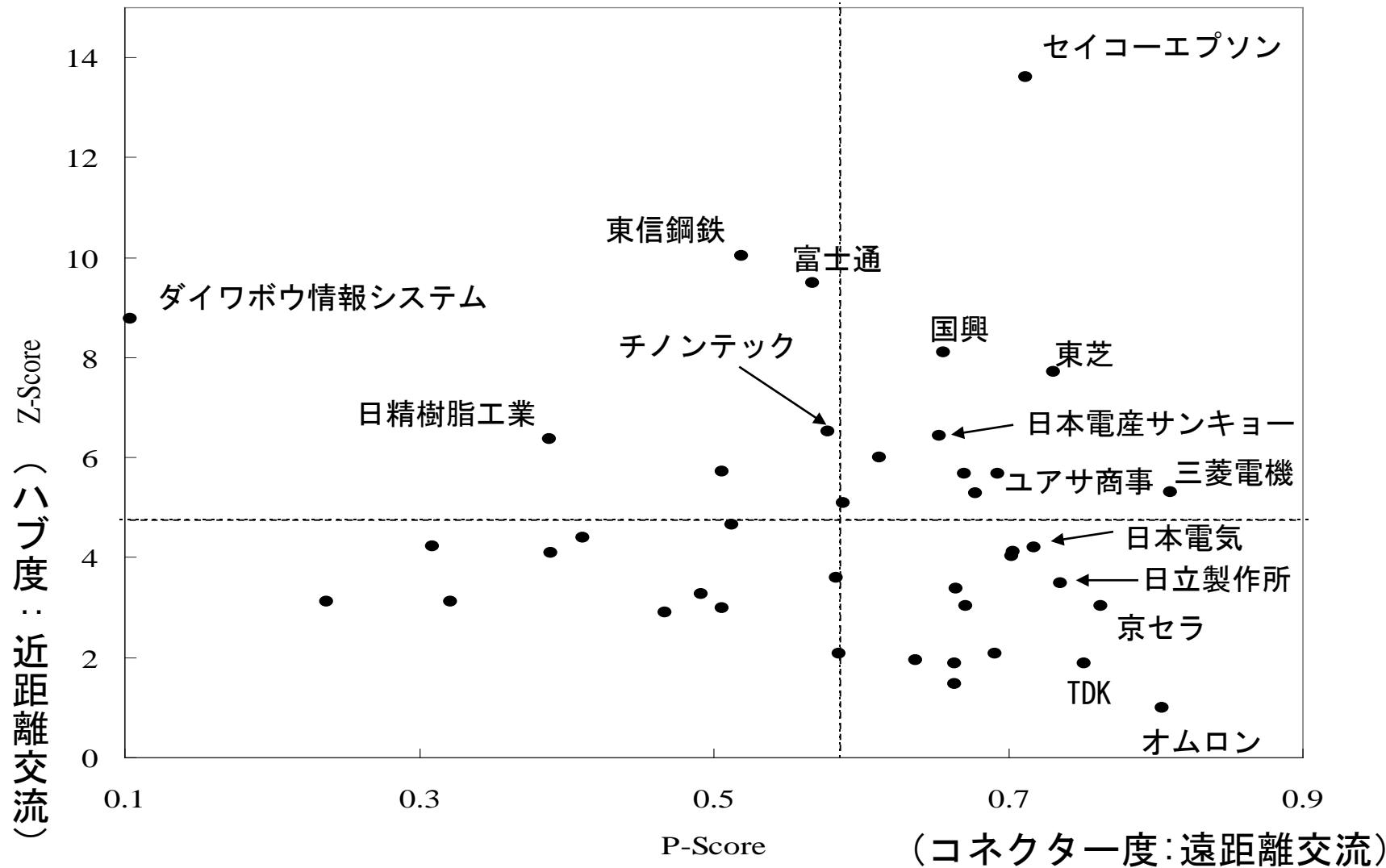
コネクター・ハブ企業：両方の条件を満たす企業



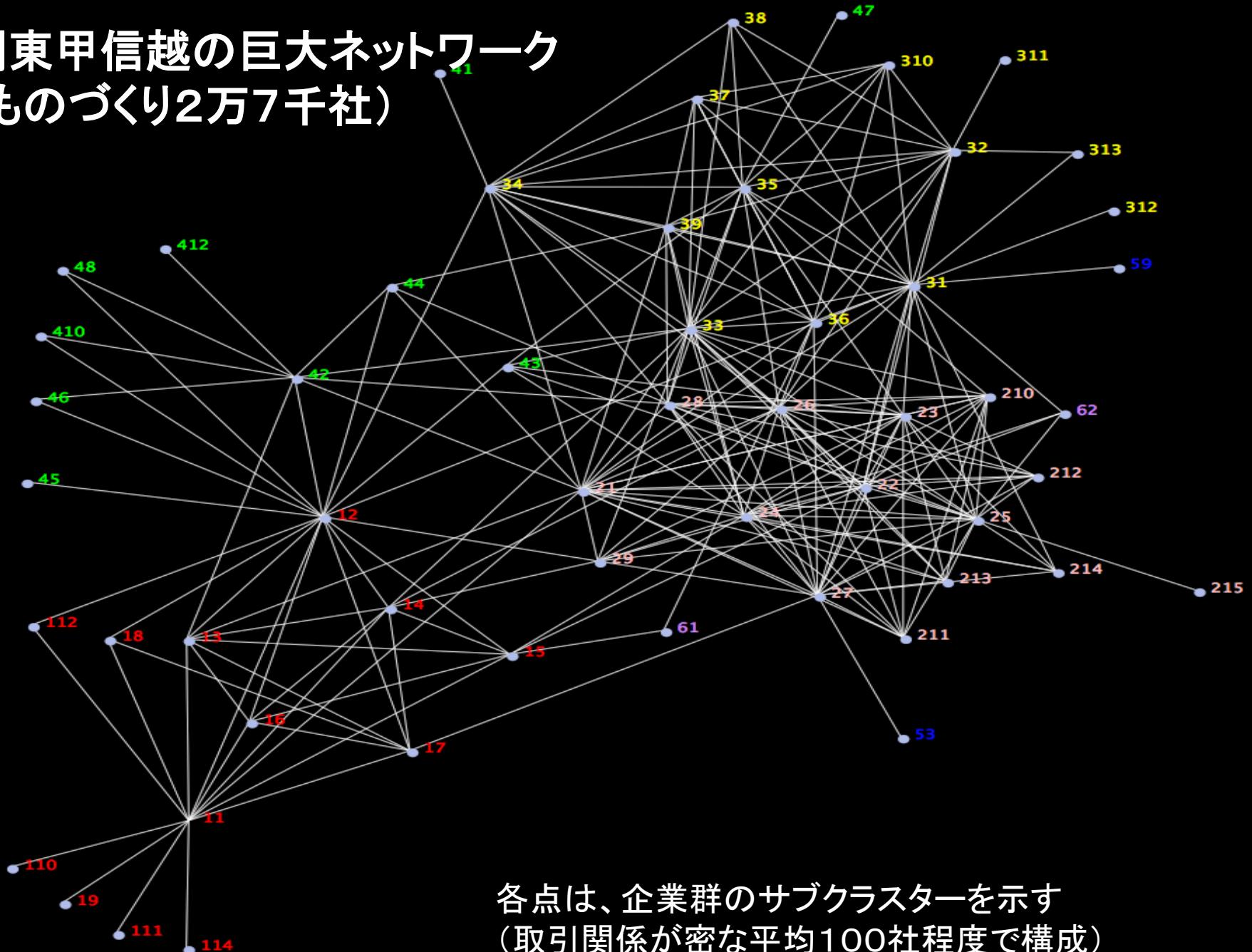
「遠距離交流」 + 「近距離交流」

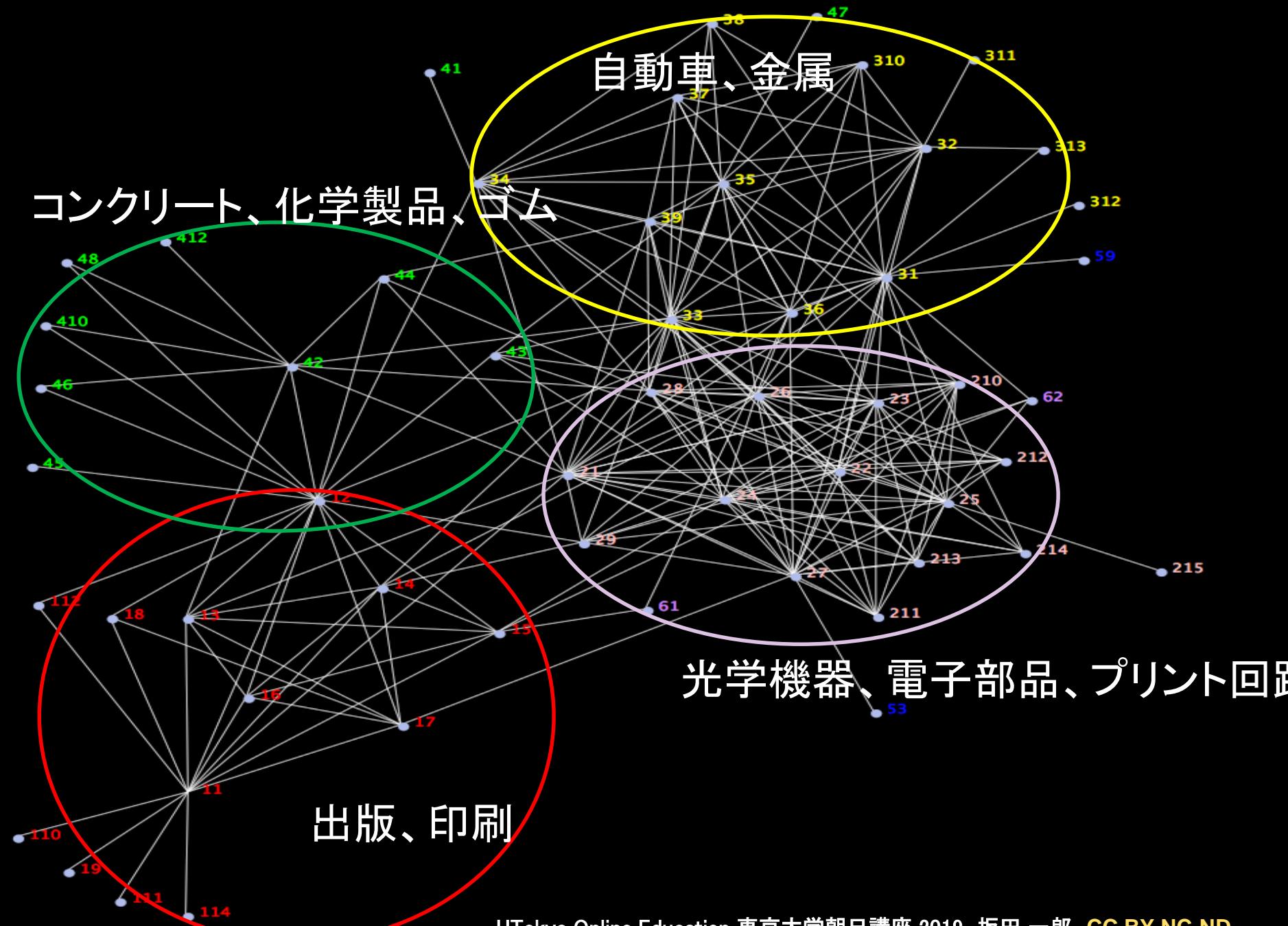
⇒ 効果的なイノベーション

長野におけるコネクター・ハブ企業

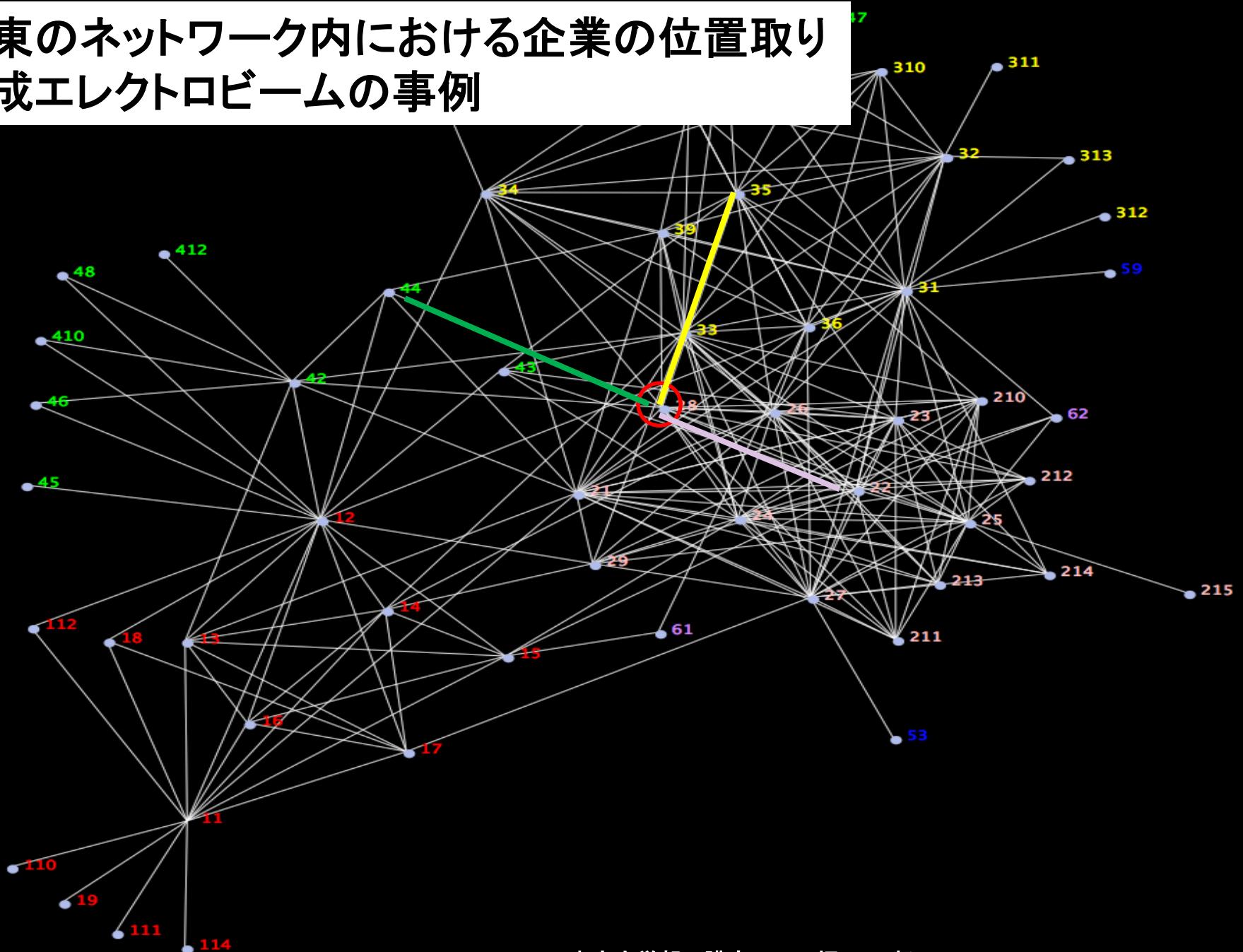


関東甲信越の巨大ネットワーク (ものづくり2万7千社)





関東のネットワーク内における企業の位置取り 東成エレクトロビームの事例



3. 地域の再生とつながり

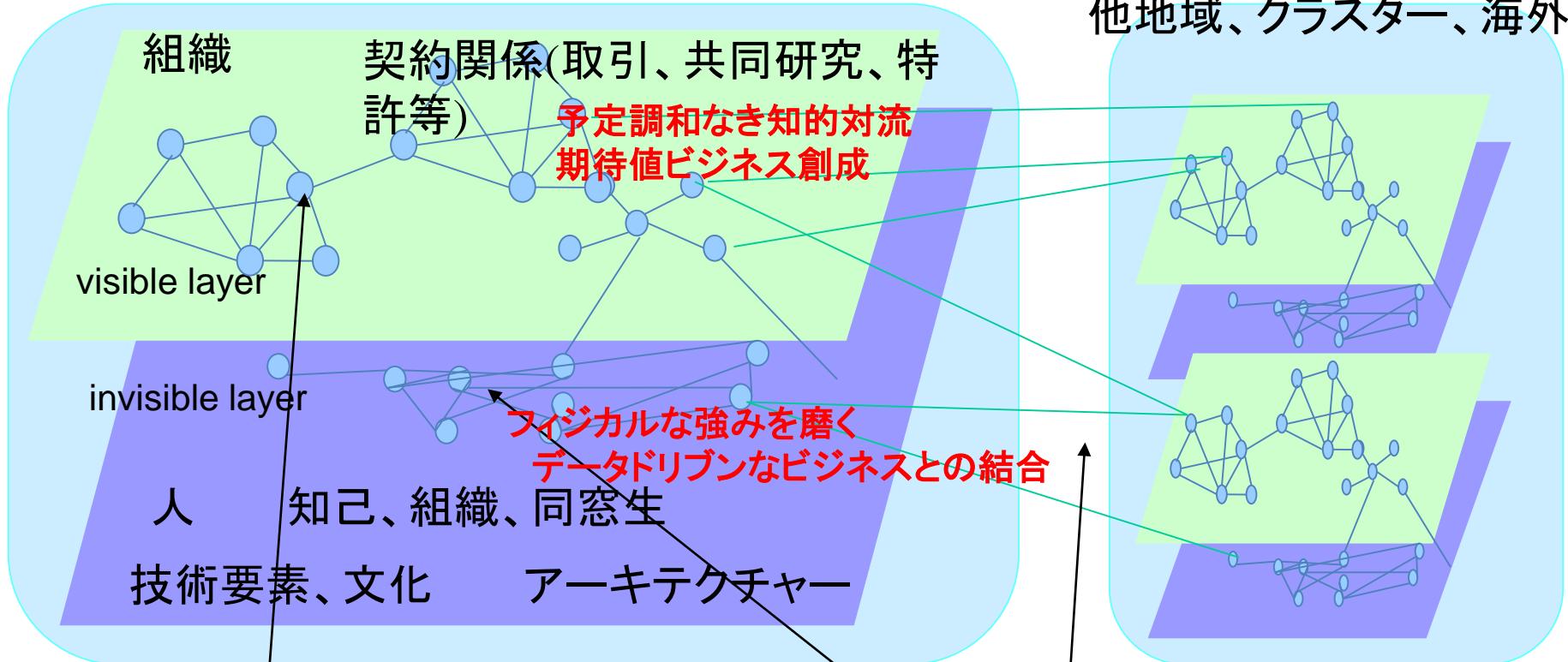
- 「つながり(ネットワーク)」を新たな経済指標として活用
(内閣府RESAS、コネクター・ハブ指標)
- 地域の未来を担う企業を新たな指標(Weighted P値)
- リニア中央新幹線による大規模なリワイアリング

“新興企業の駐車場に並ぶメルセデス・ベンツやBMWの最高級車の残像と、夜の円卓の宴にあつという間に逸材をかき集めてくる温州企業人の脱日常的ネットワークの機動力との間には、きっと相関関係があるに違いないと確信させられる夜が続いた”

西口敏宏 『遠距離交際と近所づきあい』(NTT出版、2007年)より

理想とする地域な姿

様々なネットワークの存在



「プラットフォーム」としての大学等

「中核機能」を果たす企業の成長

多様な知を元にした協働、スマート化支援

AI育成、リカレント等

重点支援による波及効果、遠距離交流拡大

ネットワーク力を活かして、
チャンス発見、協力、新融合

ゲートウェイ又はブリッジ組織

多様なビジネスのシーズやリスク投資呼び込み

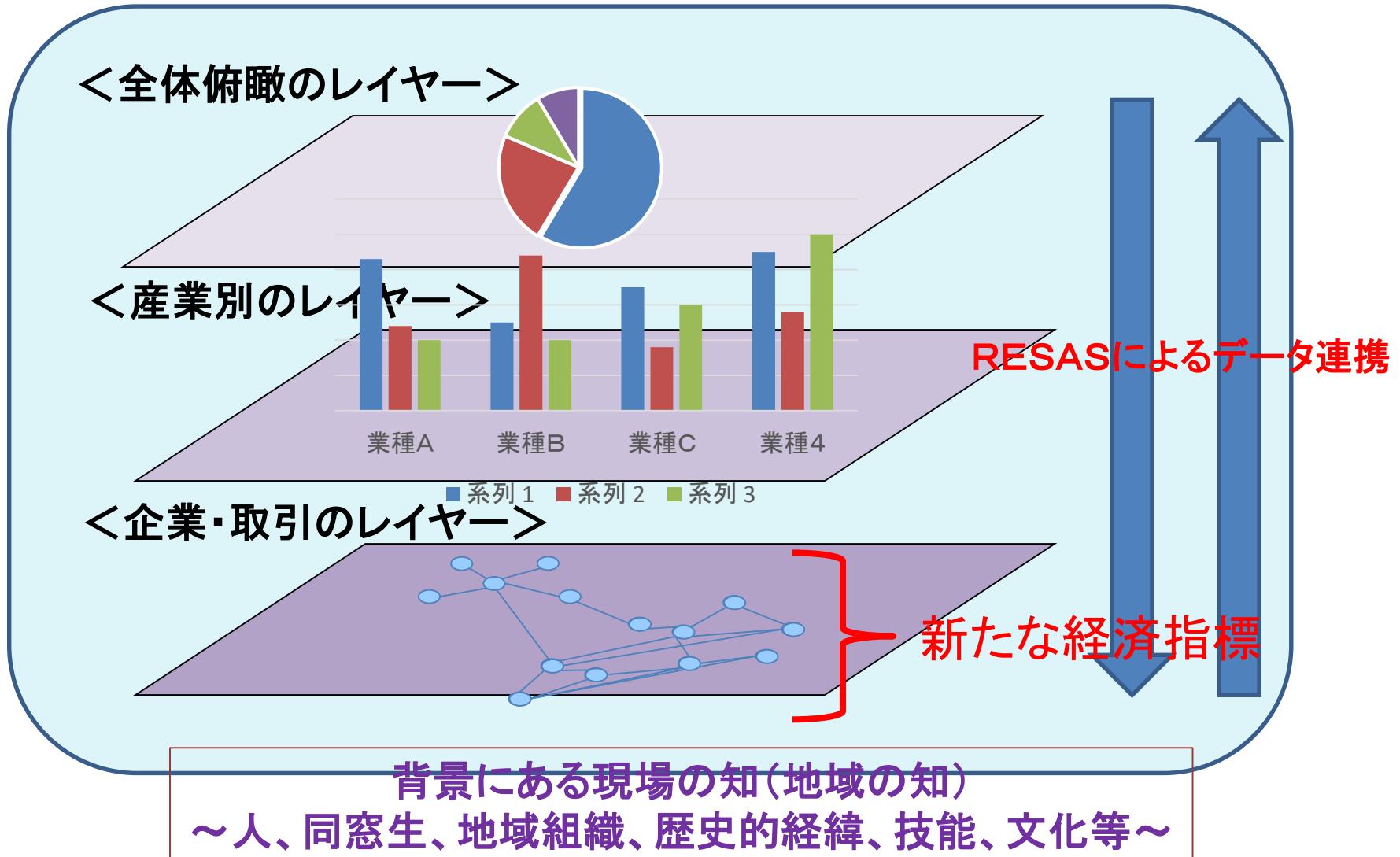
地域経済情報システム(RESAS)

コネクター・ハブのコンセプトに基づく指標(*Expert systems with applications 39, 2014, TFSC 79, 2012, Technovation 30, 2010*など)が、2014年4月開設された内閣官房RESAS(地域経済分析システム)の産業分析ツールとして実装。地域の産業構造を見るための新たな指標として活用が可能に。

RESASを利用した地方創生のための政策提案コンテストが東大で開催(2015年12月)。



RESAS: 新経済指標とデータ連携



地域未来牽引企業3700社

「地域未来投資促進法」の枠組みの下で、地域経済圏をリードする役割を期待される「地域未来牽引企業」として、3,681社を選定(2017及び2018年度)。選定された企業に対し、多角的で重点的な支援を行うこととされている。

選定に当たっては、「推薦」と「データ」の2方式を併用。

「データ」方式を用いることにより、地域内の隠れた重要企業を見つけだすことを意図。
(参考:NHKスペシャル「震災ビックデータ file.2」2013年9月8日)

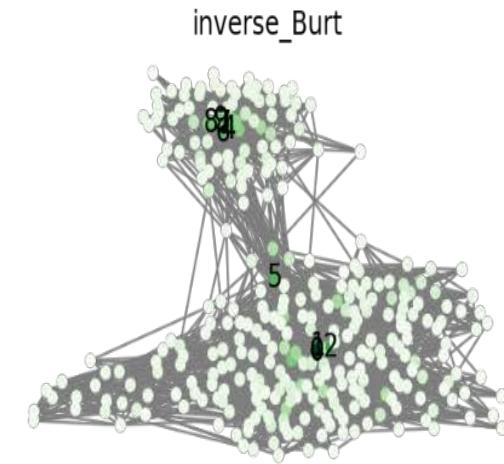
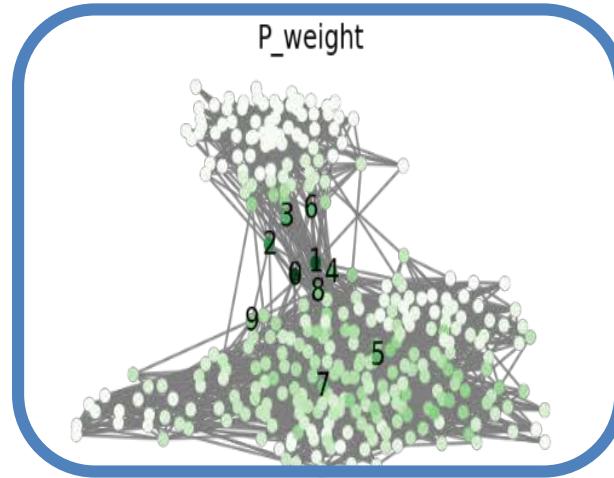
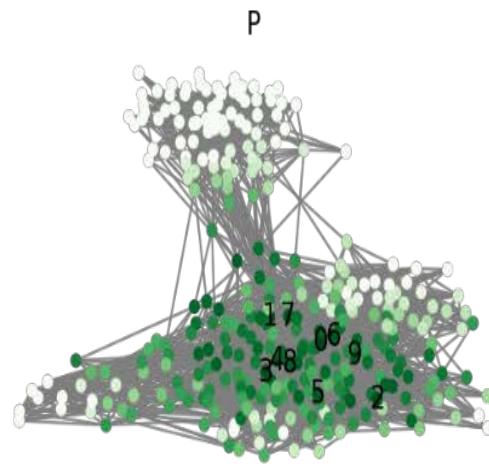
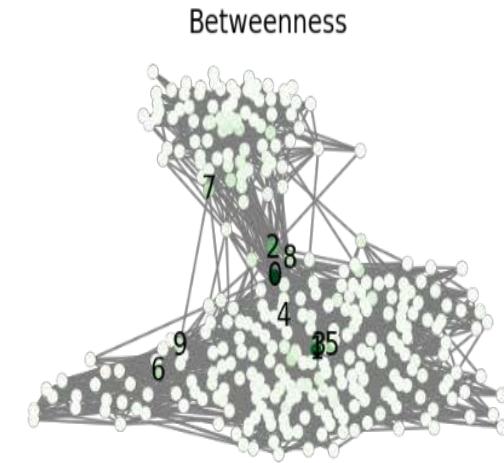
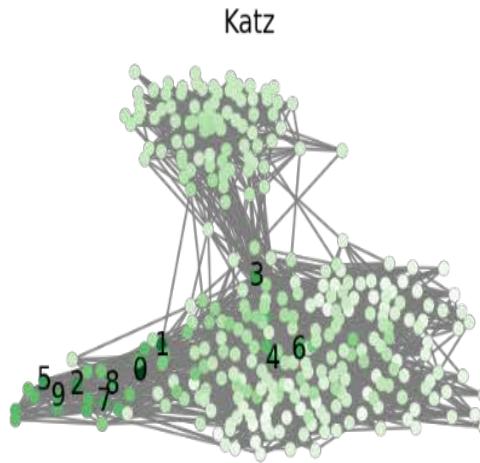
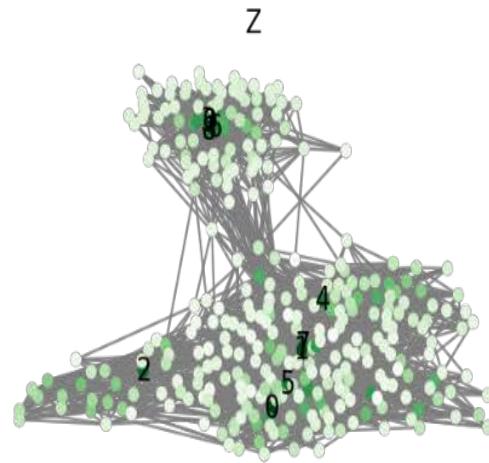
「データ」の柱は、以下の3点であり、その一つとして、ネットワークを考慮。

(1)高い付加価値の創出

(2)成長性

(3)地域経済の取引の結節点([内閣府型のコネクター・ハブ指標](#))

多様な指標でみた東北経済圏



知的対流に重要な企業の抽出

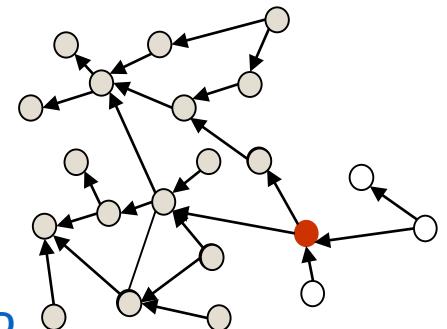
Ref. H. Yamano, I. Sakata, and K. Asatani, "Evaluating Nodes of Latent Mediators in Heterogeneous Communities",
The 8th International Conference on Complex Networks and Their Application 2019 (*COMPLEX NETWORKS 2019*)

テーマ

チームで一つ、“ネットワーク”として捉えることが出来る事例を考えなさい（ノードとリンクを定義する）。

その対象は経済や産業分野に限らないが、両講師が詳しく取り上げた事例は除く。

その上で、当該事例について、ネットワークの視点を持つことによりはじめて得られる情報や知見としてどのようなものがあるかを挙げ、更にそれらの情報や知見はどのように活用が可能か考えなさい。



参考文献リスト(1)

<書籍>

スティーヴン・ストロガツ「SYNC なぜ自然是シンクロしたがるのか」早川書房,2005年

マーク・ブキャナン「複雑な世界、単純な法則」草思社,2005年

西口敏弘「遠距離交際と近所づきあいー成功する組織ネットワーク戦略」NTT出版, 2007年

ニコラス・A・クリスタキス、ジェイムズ・H・ファウラー「つながりー社会的ネットワークの驚くべき力」講談社,2010年

経済産業省「中小企業白書」,2006年版及び2011年版

<ジャーナル論文>

K. Asatani, J. Mori, M. Ochi and I. Sakata, "Detecting trends in academic research from a citation network using network representation learning", *PLOS ONE* 13 (5) (2018): e0197260.

Y. Kajikawa, J. Mori and I. Sakata, "Identifying and bridging the network in a regional cluster", *Technological Forecasting and Social Change* 79(2012) pp.252-262.

Y. Kajikawa, Y. Takeda, I. Sakata and K. Matsushima, "Multiscale analysis of inter-firm networks in regional clusters", *Technovation* 30 (2010) pp.168-180.

Y. Takeda, Y. Kajikawa, I. Sakata, and K. Matsushima, "An analysis of geographical agglomeration and modularized industrial networks in a regional cluster: A case study at Yamagata prefecture in Japan", *Technovation* 28 (2008) pp.531-539.

A.Saxenian, "Production network in Silicon Valley", *Research Policy* 20 (1991) pp.423-437.

坂田一郎、梶川裕矢、「ネットワークを通して見る地域の経済構造ースモールワールドの発見」一橋ビジネスレヴュー57(2) (2009) pp.66-79.

参考文献リスト(2)

＜国際会議プロシーディングス＞

H. Yamano, I. Sakata, and K. Asatani, "Evaluating Nodes of Latent Mediators in Heterogeneous Communities", **COMPLEX NETWORKS 2019**, in Lisbon Portugal (December 10-12, 2019)

H. Yamano and H. Sasaki and I. Sakata, "Metabolism of inter-firm transactions in regional networks", Portland International Conference on Management Engineering and Technology 2017 (**PICMET'17**), in Portland USA (July9-13, 2017).

H. Yamano, I. Sakata, "Regional Differences and Commonalities of Inter-Firm Transaction Metabolism", International Society for Professional Innovation Management, 2017 (**ISPIM2017**), Melbourne, Australia. (December10-13,2017)

H. Sasaki, I. Sakata and Y. Kajikawa, "Scope of multilayered network for regional cluster policy in Japan", The 21th International Conference for Management of Technology (**IAMOT2012**), in Hsinchu, Taiwan (18-22, March, 2012)

H. Sasaki, I.Sakata, Y. Kajikawa, "The structure of regional alliances in Nagano Prefecture – Implication for regional cluster project" 5th International Conference on Project Management (**Promac 2010**),in Chiba, Japan (October 13-15, 2010)