

企業間ネットワークと交通インフラ ビッグデータを用いた実証分析

経済産業研究所

上席研究員 齊藤有希子

企業間ネットワークについて

- 「つながり力」
企業間の強いネットワークは競争力の源泉
経済産業省の政策における「つながり力」の活用
サプライチェーン、知識創造に関わるネットワーク
- 負のショックの波及
リーマンショックや大規模な自然災害の経験
一部の地域の（個別）ショックが経済全体に波及し、
マクロ変動を引き起こすことが認識された。
伝搬のメカニズムの解明

企業間ネットワークと交通インフラ

- 「つながり力」
 - 交通インフラへのインプリケーション
 - ネットワーク構築における地理的なフリクション↓
 - 集積の外部経済効果（→ クラスタ政策）
 - 取引コスト削減、知識波及、労働者プーリング
 - 仮想的な巨大都市の実現？
- 負のショック(東日本大震災)の波及
 - 地理空間上の企業間ネットワークを把握する。

企業間ネットワークを捉えるデータ

- サプライチェーンのネットワーク
 - 企業間の取引データ(民間信用調査会社のデータ)
(東京商工リサーチ(TSR)や帝国データバンク(TDB)のデータ)
- 所有関係のネットワーク
 - 企業間の資本関係データ(TSRやTDBのデータ)
 - 204ヶ国企業の資本関係
(ビューロヴァンダイク(BvD)のデータ)
- 知識創造、知識波及のネットワーク
 - 特許データにみる共同研究、引用関係
 - 組織間ネットワーク、発明者間ネットワーク

企業間ネットワークの例

NHK 震災ビックデータ TDBの取引データを可視化

被災3県(岩手県・宮城県・福島県)から全国(47都道府県)
への取引関係(2011年1月時点 約22万本)



企業間ネットワークの例（続き）

被災3県（岩手県・宮城県・福島県）から全国（47都道府県）への取引関係（2011年1月時点に存在していて、2013年3月までに消滅した取引 約2万本）



エビデンスに基づく政策形成

- 経済産業省 中小企業庁
 - ビッグデータを活用した地域産業政策研究会
 - 実務に蓄積されるデータ、政府統計
 - 地域経済分析システム (RESAS)
- 文部科学省 科学技術政策研究所 (NISTEP)
 - 産官学の知識波及に関する研究
 - 特許データの分析
- RIETIの研究プロジェクト
 - ビックデータを用いた実証分析

経済産業省の取り組み

- 地域経済分析システム (RESAS)

<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/sousei/resas/>

内閣官房(まち・ひと・しごと創生本部事務局)及び経済産業省は、「地域経済分析システム (RESAS (リーサス))」の提供を開始いたしました。

このシステムを通じて、地方公共団体をお願いしている地方版総合戦略の策定を、情報面から支援していきます。

地理空間上のネットワーク

- なぜ経済活動は集積するのか(集積力)
 - 企業間取引、知識波及、労働力確保
 - 集積の外部性(企業間ネットワークの効果)
- クラスタ政策
 - 集積のメリット(外部性)を生かす。
 - ネットワーク構築を促進
- 距離の重要性(地理的なフリクション)?

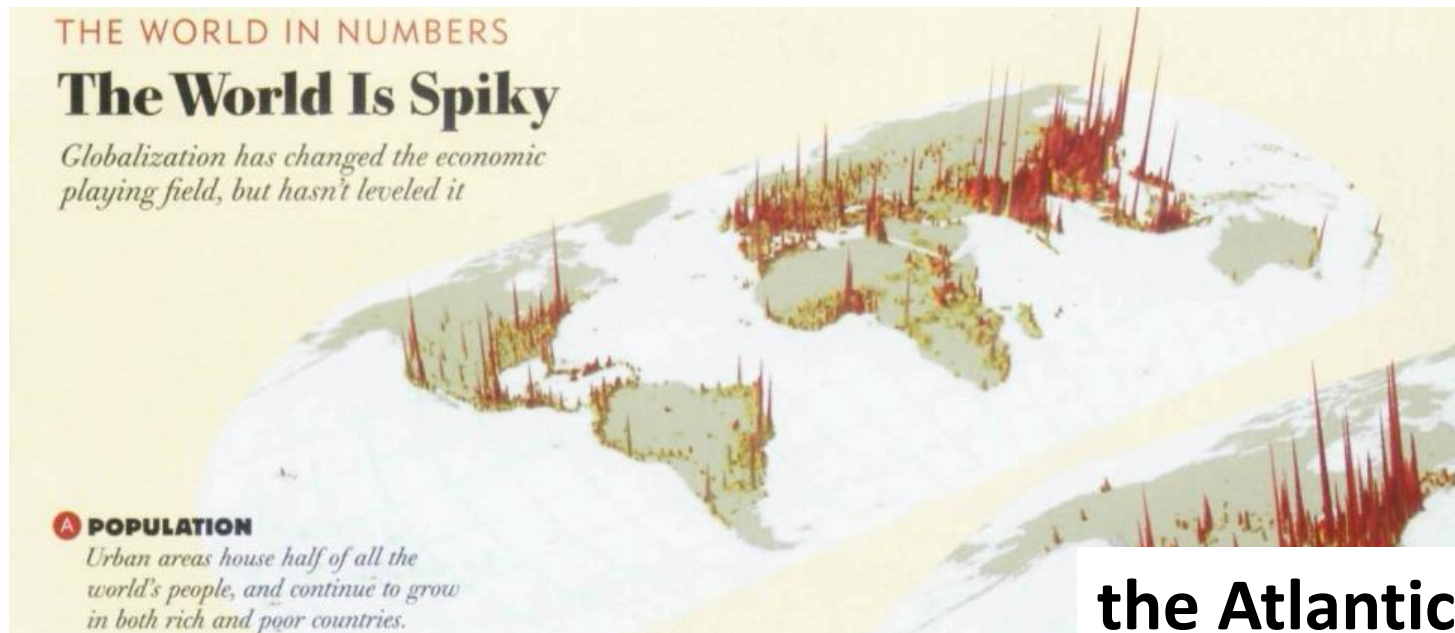
距離の重要性

- 距離の重要性はなくなっている？
 - 輸送技術やICTの発展、交通インフラの整備
 - 技術情報に容易にアクセス、web会議
 - 国境を越えたサプライチェーンの構築
(東アジアの生産ネットワーク)
- 実証的に検証
 - 立地の地理的な偏り
 - 企業間ネットワークの地理的な偏り

立地の地理的な偏り

- World is spiky!
- 知的生産活動はさらに集積

Inoue, Nakajima, and Saito (2014), RIETI DP 14-E-053,
"Localization of Knowledge-creating Establishments,"



the Atlanticより

企業間ネットワークの地理的な偏り

距離の重要性は変わらない！

- 国際貿易

Disdier and Head (2008), "The puzzling persistence of the distance effect on bilateral trade"

- 知識創造

Jaffe, Trajtenberg and Henderson (1993), "Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations"

Inoue, Nakajima, and Saito (2014), RIETI DP 13-E-070, "Localization of Collaborations in Knowledge Creation"

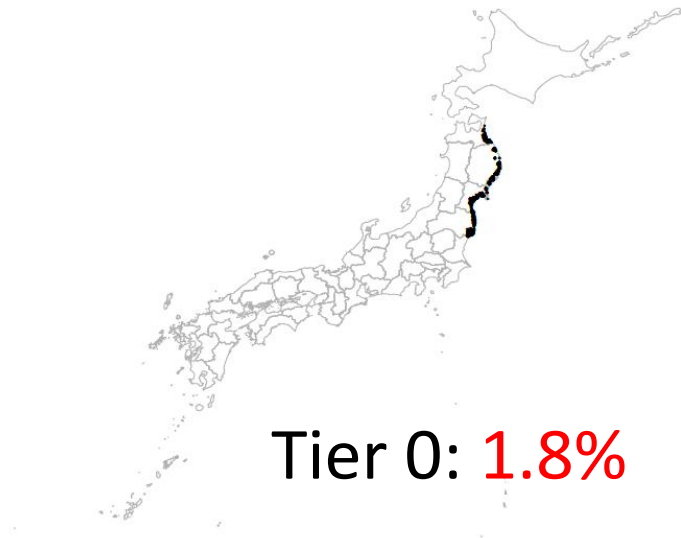
企業間取引の地理的広がり

- 企業間の取引の地理的フリクション
 - 地理的に非常に狭い範囲で行われている。
(29km以内で半数の取引が行われている。)
 - 取引数の多い少数のハブ企業が遠くと取引
(国際貿易:少数の生産性の高い企業が輸出)

Saito (2013), RIETI DP 13-E-080, "Role of Hub Firms in Geographical Transaction Network,"

地域のショック(震災)は地理的に広がらない?

被災地企業の取引先

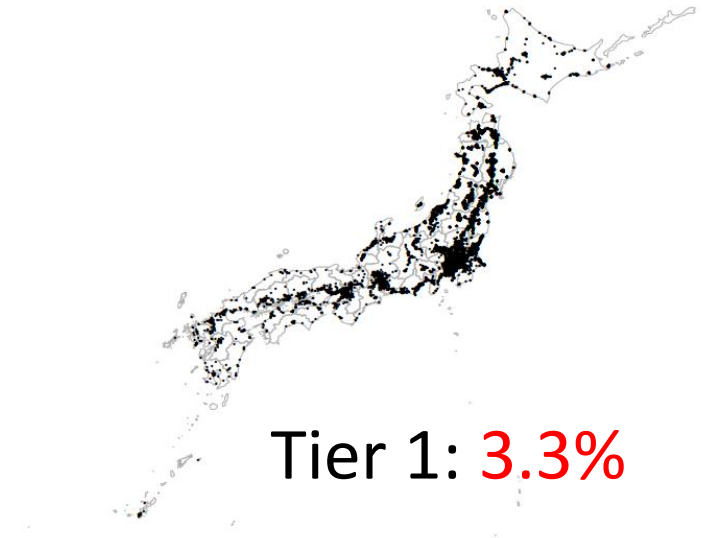


Tier 0: 1.8%

Tier 0: 被災地企業

(青森、岩手、宮城、福島4県の太平洋沿岸の44市)

Tier 1: 被災地企業(Tier 0)の取引先

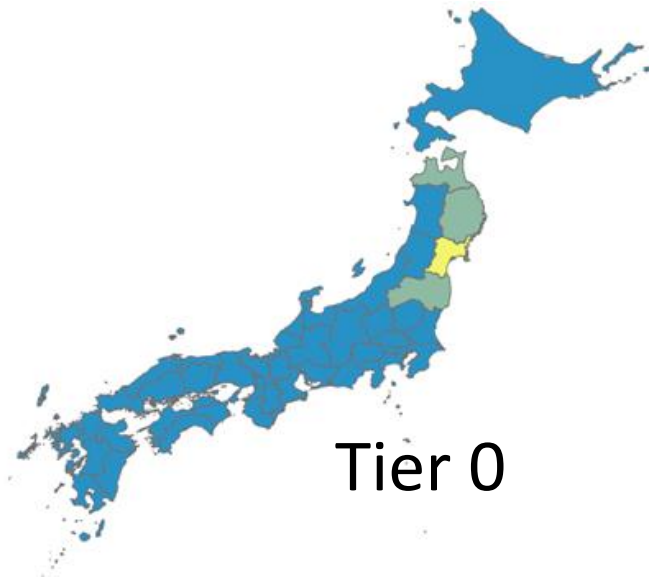


Tier 1: 3.3%

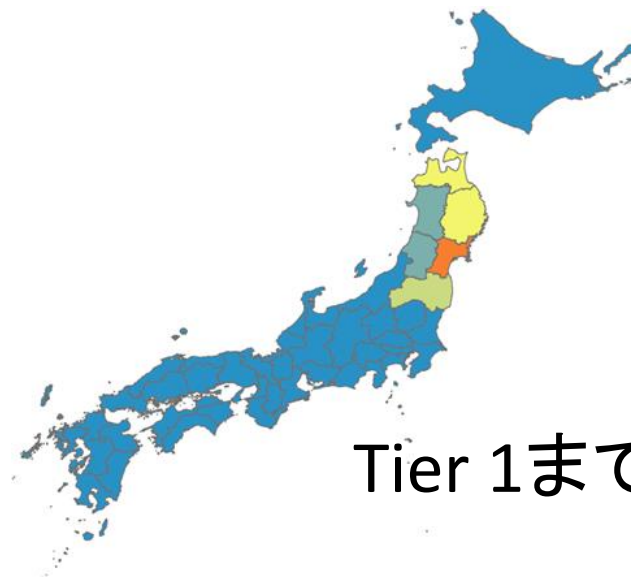
齊藤(2012), RIETI DP 12-J-020

「被災地以外の企業における東日本大震災の影響

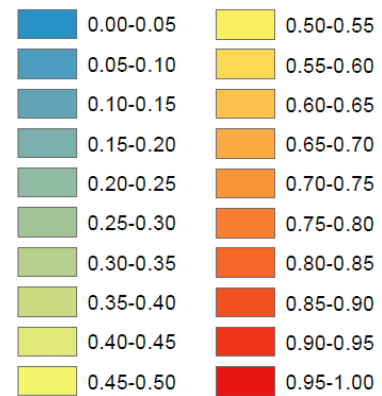
ーサプライチェーンにみる企業間ネットワーク構造とその含意ー」



Tier 0



Tier 1まで



被災地企業の間接的な取引先



Tier 2まで: **56.7%**
Tier 3まで: **90.5%**

ネットワークはスモールワールド

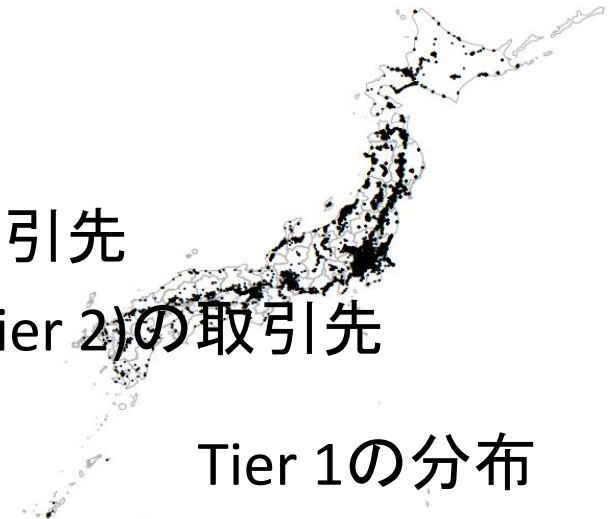
	Tier 0	Tier 1	Tier 2	Tier 3
Total	1.8%	5.1%	56.7%	90.5%
Hokkaido	0.0%	2.3%	60.2%	95.8%
Tohoku	16.6%	33.6%	82.0%	96.7%
Kanto	0.0%	2.7%	58.2%	89.5%
Chubu	0.0%	0.8%	51.6%	90.6%
Kinki	0.0%	1.2%	54.2%	88.0%
Chugoku/Shikoku	0.0%	0.5%	47.2%	90.1%
Kyushu	0.0%	0.3%	42.8%	88.3%

Tier 0: 被災地企業

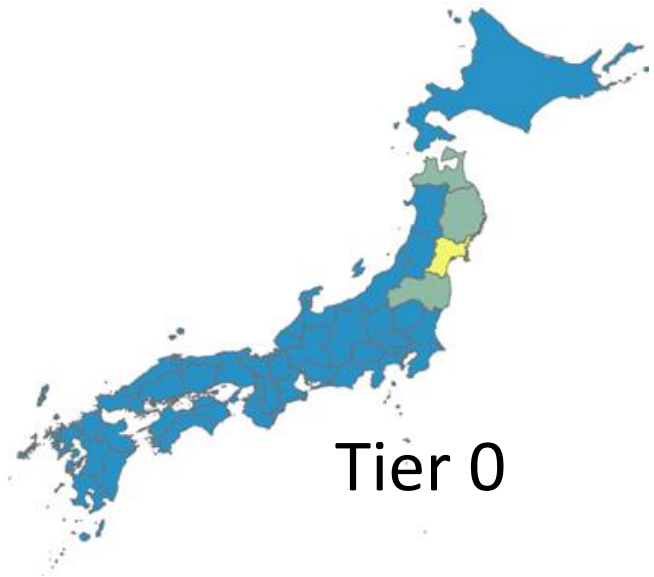
Tier 1: 被災地企業(Tier 0)の取引先

Tier 2: 被災地企業の取引先(Tier 1)の取引先

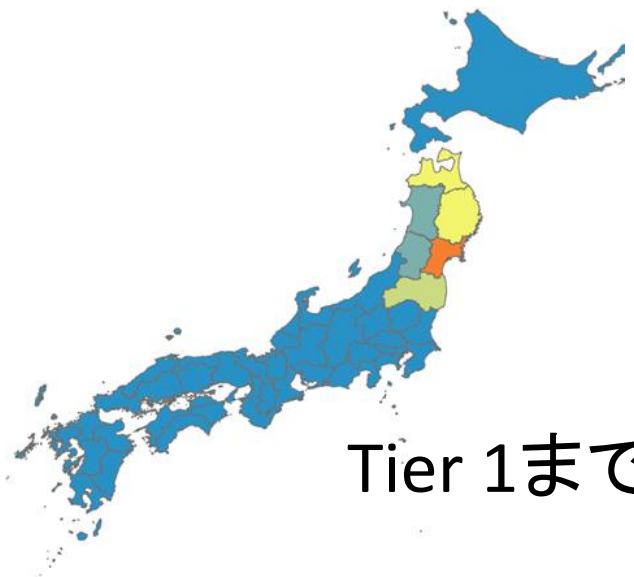
Tier 3: 被災地企業の取引先の取引先(Tier 2)の取引先



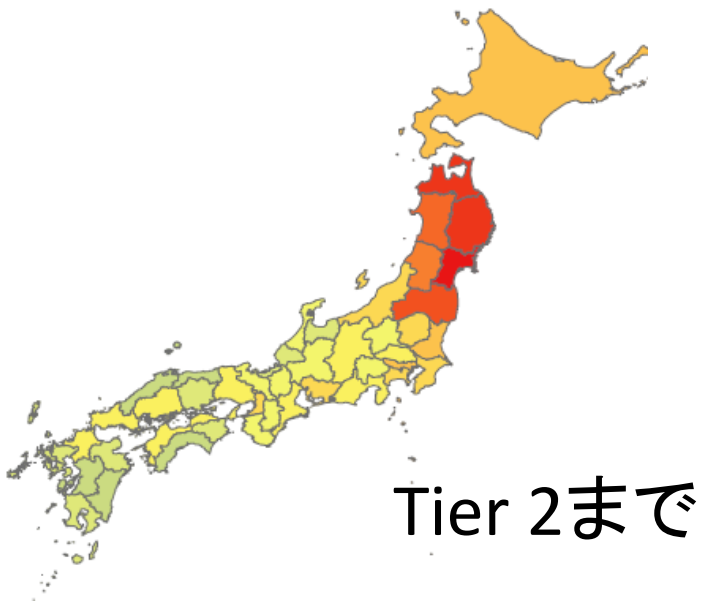
Tier 1の分布



Tier 0



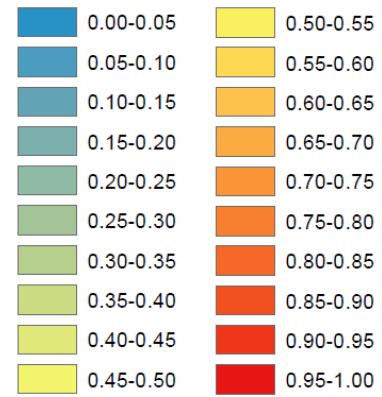
Tier 1まで



Tier 2まで



Tier 3まで



企業間取引の地理的広がり

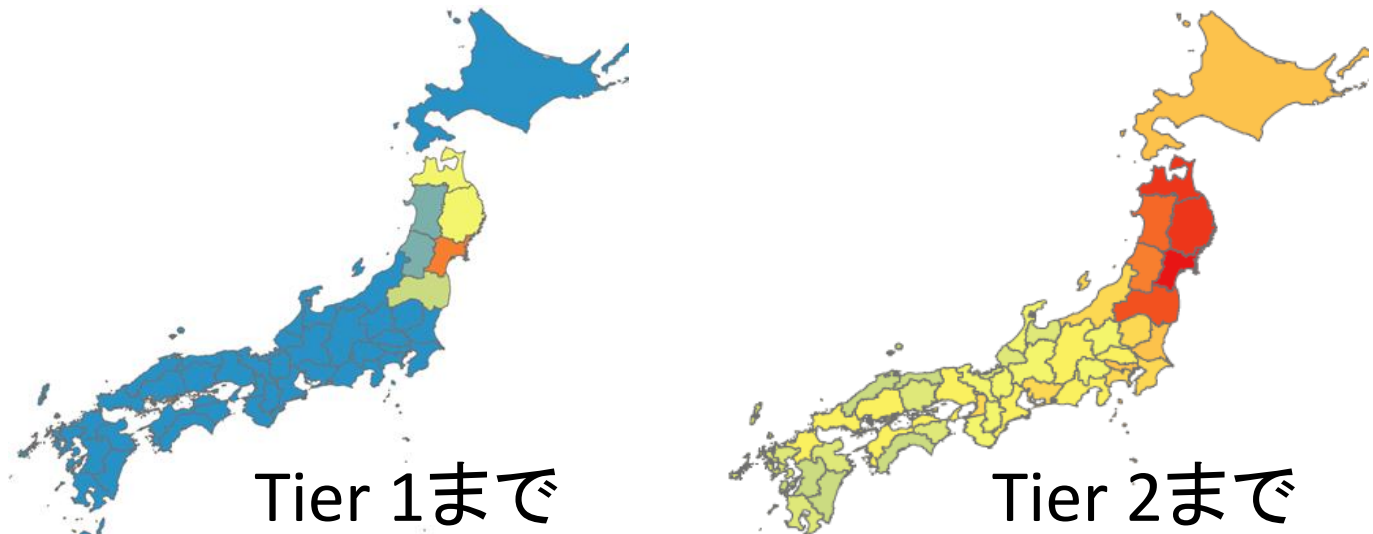
ハブ企業の役割

- 企業間の取引
 - 取引先の取引先まで(間接取引)の距離は長い。(半数は255km以内(直接取引では29km))
 - 間接取引の地理的な広がり、ハブ企業が重要な役割を果たしている。

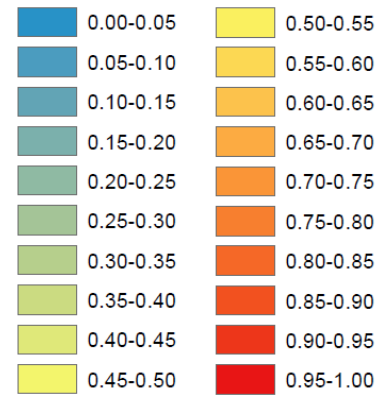
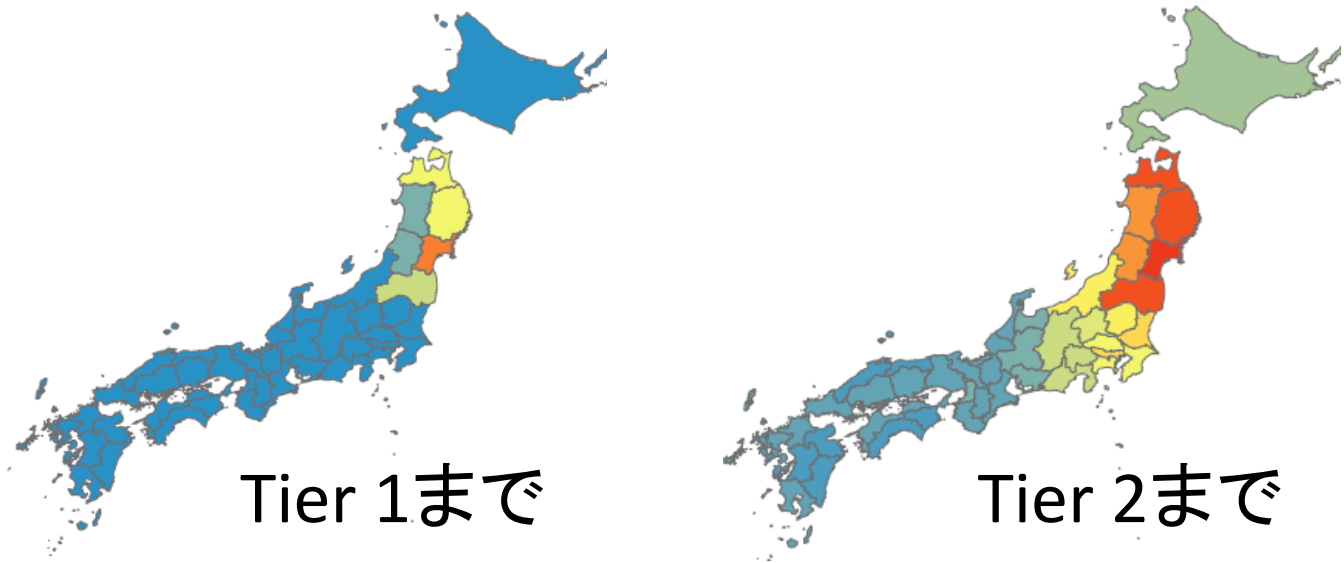
Saito (2013), RIETI DP 13-E-080, "Role of Hub Firms in Geographical Transaction Network,"

ハブ企業がいなかったら？

実際のネットワーク(ハブ企業がいる場合)



仮想ネットワーク(ハブ企業がない場合)



ハブ企業を取引先の数が100以上の企業とする。企業全体の1.34%。

企業間取引の地理的広がり

まとめ

- 企業間取引には地理的なフリクションがある。
- 間接的には多くの企業がつながっている。
- 企業間取引の地理的な広がりには、少数のハブ企業が重要な役割を持つ。

さらに

- このように地理的な広がりをもつ間接的な取引先まで、負のショックが波及することが有意に示されています

震災の波及（業績への影響）

被説明変数：震災後の売上高変化
 説明変数：被災地企業との取引関係

VARIABLES	Ingrowth_after	Ingrowth_after	Ingrowth_after	Ingrowth_after	Ingrowth_after	
deg1_s	-0.0134 (-1.054)	被災地企業が仕入先				
deg1_c		-0.0275*** (-2.594)	被災地企業が販売先			
deg1_s_exit			-0.201** (-2.560)	-0.204*** (-2.596)	-0.210*** (-2.685)	被災地の仕入先が退出
deg2_s_exit				-0.0149*** (-3.491)	-0.0181*** (-4.049)	被災地の仕入先の仕入先が退出
deg3_s_exit					-0.00556** (-2.682)	
deg1_c_exit					0.0610*** (2.835)	被災地の販売先が退出
deg2_c_exit					-0.0575*** (-2.683)	
deg3_c_exit					0.0129*** (2.793)	被災地の販売先の販売先が退出
						0.0211*** (4.347)
						0.0145*** (3.080)

比較的小さなショックは川上企業に波及する。
 大きなショック（取引先の退出）は川下企業の方がより波及し、
 取引先の取引先まで影響がある。

Carvalho, Nirei, and Saito (2014), RIETI DP 14-E-035,

"Supply Chain Disruptions: Evidence from the Great East Japan Earthquake"

震災の波及（リスクへの対応）

VARIABLES	d link s new	d link c new	d link s new	d				
					被説明変数： 新規取引先の確立 説明変数： 被災地企業との取引関係			
deg1_s	0.051** (2.286)				被災地企業が仕入先			
deg1_c		0.120*** (4.623)			被災地企業が販売先			
deg1_s_exit			0.0074 (0.0765)	0.0124 (0.128)	0.030 -0.292	被災地の仕入先が退出		
deg2_s_exit				0.044*** (5.719)	0.057*** (7.027)	被災地の仕入先の仕入先が退出		
deg3_s_exit					0.018*** (5.670)			
deg1_c_exit					0.032 (0.299)	0.042 (0.389)	0.060 (0.536)	被災地の販売先が退出
deg2_c_exit						0.048*** (6.896)	0.060*** (8.100)	被災地の販売先の販売先が退出
deg3_c_exit							0.017***	

比較的小さなショックに対しては、新規取引先の確立により、リスクを回避できている可能性がある。

大きなショック（取引先の退出）に対しては、対応できていない。

Carvalho, Nirei, and Saito (2014), RIETI DP 14-E-035,

"Supply Chain Disruptions: Evidence from the Great East Japan Earthquake"

交通インフラ整備の効果

- 国土交通省の問題意識(本講演依頼の背景)
フロー効果(公共事業の需要創出効果)だけでなく、
ストック効果(インフラ整備による利便性の向上)を評価
したい。
- 地域経済への影響
既存研究では、地域レベルの分析が多い。
短期的には、需要創出効果も含まれてしまう。
長期的には、マクロ効果とインフラ整備効果の識別困難。
→ 企業レベルの分析により識別問題を解決。
(交通インフラの効果は企業により異なるはず。)

「つながり力」の測定

- 「つながり力」を測定
 - 企業間ネットワークと企業パフォーマンスの関係
 - 地理的なフリクションとの関係(Bernard, Moxnes, and Saito (2014))
- 地理的なフリクション(取引コスト)の削減効果
 - 「つながり力」による効果。
 - 交通インフラへのインプリケーション

「つながり力」の測定

企業間の強いネットワークは競争力の源泉
仕入ネットワークを考える。

被説明変数： 企業のパフォーマンス

説明変数： 仕入ネットワーク

仕入ネットワークの効果：（因果関係は見えていない）

仕入先の数（+）、仕入先のパフォーマンス（+）、

仕入先までの距離（-）（仕入先は近い方が良い）、

仕入先の販売先数（-）、仕入先の仕入先数（+）

交通インフラ整備の効果

- 「つながり力」の測定
 - 因果関係を取引コストの変化により識別したい。
- 地理的なフリクション(取引コスト)の削減効果
 - 国際貿易の研究分野で議論されてきた。
 - 貿易コスト削減による企業パフォーマンス、雇用、地域厚生への影響。格差拡大を議論。
 - 企業の異質性を考慮する新新貿易理論。
 - 交通インフラへのインプリケーション

交通インフラ整備の効果

- 交通インフラ整備の効果
交通量の増加、企業のパフォーマンス、
イノベーション活動への影響、
賃金への影響、地域経済への影響、
企業及び労働者の移転
- 交通インフラの種類
高速道路、高速鉄道、航空線の新設
地理的フリクションを下げる
(人の移動、モノの移動、時間コスト、金銭コスト)

交通インフラ整備の効果

- 交通インフラの種類により、異なる形で地理的なフリクションを下げる。異なる集積効果を楽しむ。
- 高速鉄道： 人の移動の時間コストを下げる。
金銭コストは大きく上がる。
生産性の高い人のみ利用可能。格差拡大
イノベーション活動への影響。
- 高速道路： 人およびモノの移動の時間コストを下げる。金銭コストは、高速鉄道より低い傾向。

交通インフラの既存研究

- 移動手段(シェア)の国際比較 (Clever et al 2008)
鉄道：日本28%, 米国1%, フランス8%
車： 日本 50%, 米国 85%, フランス85%
日本の鉄道利用は、海外よりも非常に多い。
- 高速道路→交通量、企業パフォーマンス、労働者の居住地の変化(米国)
- 航空路線新設→企業パフォーマンス(米国)
- 鉄道ネットワーク→地域間交易、所得レベル(途上国)
- 高速鉄道→企業パフォーマンス、知識波及(日本)

交通インフラの既存研究

- Duranton and Turner (2011)
- 米国のデータに基づく推定。道路ストックが増加すると、経済主体の移動距離も同様に増加。道路を新たに整備しても交通渋滞は減らせないという政策的含意がある。
- Hsu and Zhang (2012)が日本データを用いて検証。
- Duranton, Morrow, and Turner (2014)
- 高速道路の整備により、米国の都市間交易を分析。都市間交易の重量は大きく増加、金額はほとんど増えていない。高速道路は、重い物の輸送特化している。

交通インフラの既存研究

- Giroud (2013)
- 米国の航空路線の新設により、本社と事業所の間
の移動時間が減少し、事業所の設備投資が増加
(8%から9%)、生産性も上昇(1.3% から1.4%)。
- Bernard, Moxnes and Saito (2015)
- 九州新幹線の開通の効果を測定。新設駅近く企業の
売上、生産性は上昇して、中間投入比率の高い
産業ほど、効果が顕著である。また、新設駅近くの
地域間の取引量も増加している。

交通インフラの既存研究

- Baum-Snow (2007)
- 米国のデータに基づく推定。高速道路が整備されると、郊外に住むことの効用が相対的に高まるので、中心部の人口を減少させる力が働く。高速道路の開通は1件につき都市中心部で約18%の人口減少をもたらす。
- Donaldson (2012)
- インドの植民地において、鉄道ネットワークの整備により、輸送コストが減少、地域間の価格差が減少。地域間交易が増え、所得レベルが上昇した。

交通インフラの既存研究

- Nirei and Tamura (2016)
- 長野新幹線の開通の効果を測定。特許の引用距離が長くなったことを確認。知識波及のフリクシヨンの減少。
- Inoue, Nakajima and Saito (2016)
- 長野新幹線の開通の効果を測定。特許出願の生産性は新設駅近くの地域で上昇。共同研究の増加を確認。
- 既存研究では、経済主体への好影響が確認されたが、費用対効果の分析も重要。
- 高速鉄道の可能性調査に約10億ドル(米国)

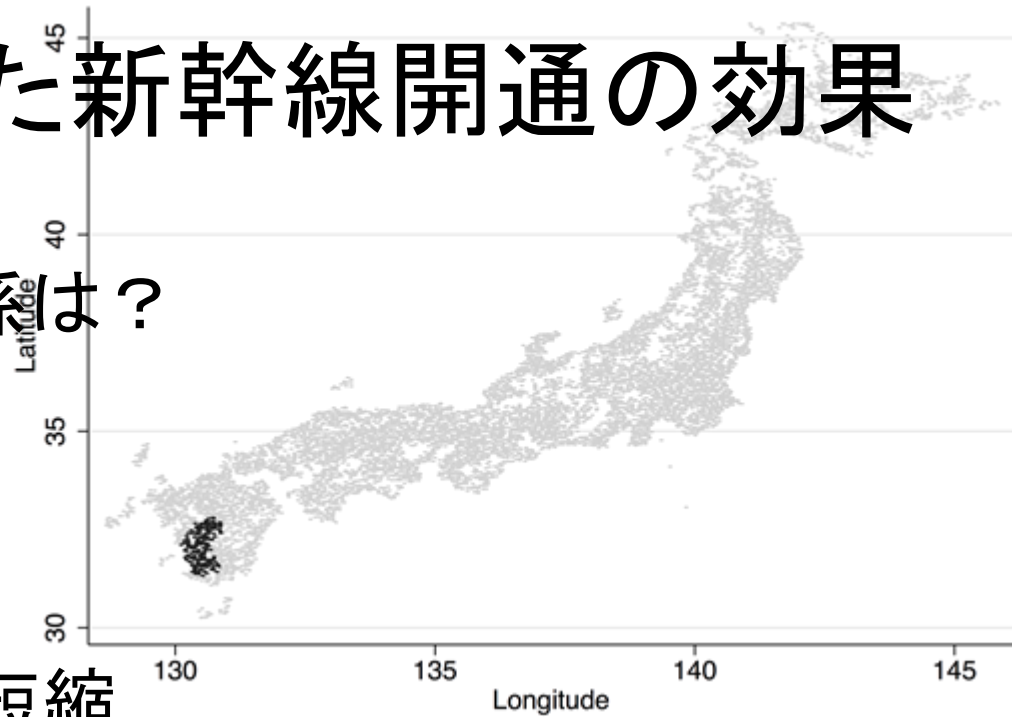
取引関係から見た新幹線開通の効果

「つながり力」の因果関係は？
ショック後の変化をみる

九州新幹線の効果

仕入先までの移動時間短縮
→ パフォーマンスに正の効果

移動時間が短縮した地域間で取引が増えている。
取引先構築のコストの減少。



新幹線開通効果の分析手法

- Triple difference approachを用いる。
(Difference in differenceは政策効果分析に用いる。)

$$\ln y_{fkrt} = \alpha_f^1 + \alpha_{rt}^2 + \beta_1 * Treat_f * H_k * Post2004_t + \gamma X_{fkrt} + \varepsilon_{fkrt},$$

α_f^1 : 企業の固定効果, α_{rt}^2 : 都道府県、年の固定効果。

Triple differences:

- Pre to post shock (1st diff)
- Firms near stations relative to those not near stations (2nd diff).
- High H_k relative low H_k firms (3rd diff).

β_1 が正に有意なら、理論モデル(仕入先のサーチコスト削減)をサポート。

More controls (X_{fkrt}): other interactions ($Treat_f * H_k$, etc.)も含む
2000年から2008年のパネル(企業活動基本調査)

新幹線開通効果の分析結果

	(1) Sales	(2) Sales/employee	(3) TFP R
$Station_f \times H_j \times Post2004_t$	0.47** (2.12)	0.42* (1.76)	0.29** (2.44)
Firm and municipality controls	Yes	Yes	Yes
Prefecture-year FE	Yes	Yes	Yes
Firm FE	Yes	Yes	Yes
# obs	148,264	146,466	145,058
# firms	18,068	18,068	18,018
R-sq	0.97	0.92	0.94

Note: Robust t-statistics in parentheses. Dependent variables are in logs and are measured relative to industry-year means. *** significant at the 0.01 level, ** significant at the 0.05 level, * significant at the 0.1 level.

新幹線開通効果の分析結果

- 移動時間が短縮した地域間で取引が増えているか？

$$\Delta \ln C_{ij} = \xi_i^1 + \xi_j^1 + \beta_1 Both_{ij} + \beta_2 One_{ij} + \gamma X_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

日本を 500×500 のグリッドに分ける (5.62 km^2).

C_{ij} : Number of connections from i to j at time t , $t = (2005, 2010)$

ξ_i^1 : source i の固定効果, ξ_j^1 : destination j の固定効果

$Both_{ij} = 1$ if both locations i and j get a new station,

$One_{ij} = 1$ if one of them gets a new station

β_1 や β_2 が有意に正なら、取引が増えていると言える。
地域間の距離をコントロールすれば、有意な正が観測。

新幹線開通効果の分析結果

	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Both_{ij}</i>	0.07*** (5.91)	0.12*** (7.91)	0.39*** (20.12)	0.42*** (7.93)
<i>One_{ij}</i>	-0.02*** (3.56)	-0.01 (0.74)	0.19*** (19.87)	0.15*** (6.42)
$\ln Dist_{ij}$			-0.06*** (71.32)	-0.06*** (81.98)
$Both_{ij} \times \ln Dist_{ij}$				-0.01 (0.86)
$One_{ij} \times \ln Dist_{ij}$				0.01* (1.87)
Destination FE	No	Yes	Yes	Yes
Source FE	No	Yes	Yes	Yes
# obs	386,294	386,294	386,294	386,294
# sources		7,613	7,613	7,613
# destinations		8,054	8,054	8,054
R-sq	0.00	0.17	0.18	0.18

Note: Bootstrapped t-statistics in parentheses with 200 replications. Dependent variable is $\Delta \ln C_{ij} = \ln C_{ij2010} - \ln C_{ij2005}$. *** significant at the 0.01 level, ** significant at the 0.05 level, * significant at the 0.1 level.

交通インフラ整備のさらなる分析

- 企業の立地を所与とした時の効果
 - 短期的な効果
 - 企業や人の移転も考慮。長期の効果？
- 「ストロー効果」
東海道新幹線は本社機能の東京集中をもたらしたと言われている。
- 輸送コストの削減 → 集積？ 発散？
規模の効果と混雑効果（地代の上昇）のトレードオフ（空間経済学）
交通インフラに関する詳細な分析はない。
- 生産性の高い企業や人のみが新幹線を使える。格差拡大。
仲介者の役割（卸売業など）
Okubo, Ono, and Saito RIETI DP 14-E-059,(2014)

交通インフラ整備のさらなる分析

一極集中の是非。

- 移動できない要素は何なのか。
- 何を残すべきなのか。ネットワークから考える。

ローカルな密なネットワーク vs グローバルなネットワーク

- 知識生産活動(ローカルな密なネットワークの重要性)
インパクトある特許は集積地で生まれやすい。
Inoue, Nakajima, and Saito (2014), RIETI DP 14-E-053,
- 知識のバラエティ(分断された地域)の重要性(藤田所長)
異なる組織、異なる地域で異なる知識の蓄積
Berliant and Fujita (2010), RIETI DP 10-E-024,
- 異なる知の結合によりインパクトのある特許が生まれる。
Inoue, Nakajima, and Saito (2015), RIETI DP 15-E-049,

交通インフラ整備のさらなる分析

- 中央リニア新幹線により仮想的な巨大都市が実現される？
金銭的なコストは残る。格差拡大、トータルの厚生の上昇
移動できないのは何なのか。集積 vs 発散。
域内ネットワークの変化(イノベーションへの影響)
- 交通インフラ整備は、企業により異なる効果を持つ。
トータルの厚生変化は地域特性、産業構成に依存。
企業の異質性を考慮した分析が重要である。
- 交通インフラに関わるデータ(移動時間)
現分析では、非常に狭い範囲の企業のみの変化に注目。
すべての地域に対して、移動時間(人およびモノ)が分かれば、
より多くの異質性を評価することが出来る。

RIETI シンポジウム

- 企業間ネットワーク分析の最前線
～地理的な障壁を超える「つながり力」～
- 2016年3月8日14時～18時（同時通訳付き）
- 国際貿易、空間経済分野の第一人者を海外から招聘し、最新の研究成果を講演して頂く。
- パネルディスカッションでは、ネットワーク構築の地理的な障壁（取引コスト）削減効果として、交通インフラ整備の効果を例にあげ、海外の動向も踏まえつつ、多面的に（企業業績、雇用、立地選択の観点から）、政策的なインプリケーションを議論する。
- 是非、来てください。