

地域のイノベーションシステムの重要性

玉田 俊平太*

要 旨

ある課題を解決するための技術が発明されるプロセスでは発明者の間でコミュニケーションが行われる。情報通信技術の進歩により遠隔地間の形式知のコミュニケーションは容易になった。それでは、密度の高いコミュニケーションや暗黙知の交換が求められると考えられる発明のような行為は、どのくらい遠隔地に住む発明者間で行われているのであろうか。本研究においては、バイオ分野特許の発明者の住所から発明者間の距離を計測し、特許発明者住所と当該特許に引用されている論文研究機関の住所から形式知の伝達距離を求め、両者の比較を行った。その結果、発明者間距離の中央値は約 14km であり、形式知の伝達距離の中央値 4,300km よりはるかに短かった。この事実は、グローバル化が進んだ現在においても、特定の国や地域の近距離に頭脳が集積していることが、その国や地域の産業競争力強化にとって重要であることを示唆するものであり、今後の科学技術政策や地域政策の立案に際して参考となるものと考えられる。

キーワード：クラスター、産学連携、科学依拠型産業、イノベーション、バイオ

JEL classification: O31、O32、O34

*独立行政法人経済産業研究所ファカルティフェロー（E-mail: tamada-shunpeita@rieti.go.jp）

本稿は、筆者らが 2002 年 3 月から開始した独立行政法人経済産業研究所の S-T-I ネットワーク研究プロジェクトの成果の一部である。本稿を作成するに当たっては、内藤祐介社長（人工生命研究所）、経済産業研究所 S-T-I ネットワーク研究会およびディスカッションペーパーワークショップ参加者の方々から多くの有益なコメントや貢献を頂いた。本稿の内容や意見は、筆者個人に属し、経済産業研究所の公式見解を示すものではない。

1. 本研究の目的

近年、産業技術における科学の役割が増大している。特にバイオ分野ではコーエンとボイヤーによる遺伝子操作の研究がバイオテクノロジーの端緒となり、医薬産業、化学産業、食品産業などに幅広いインパクトを与えた^{〔1〕}。こうした科学との関係の増大や、一つの製品に使われる知識の範囲の増大によって、一つの企業でイノベーションを完結させることが困難となりつつあり、関連産業や大学等との連携の必要性が増大している。

イノベーションが実現されるプロセスでは関係者の間でダイアログ（対話）が行われ、頻繁な知識のやりとりが行われる。ここでやりとりされる知識は、最先端の未だ定型化されない暗黙知であり、論文などのコード化された知識ではなく人に体化されており、その交換には人の接触が必要となると考えられる^{〔2〕}。

人の接触は人と人との距離が近いほど容易になると考えられることから、情報通信技術が発達し、グローバル化が進んだ現在においても、特定の国や地域に研究水準の高い大学や関連産業が集積していることがその国や地域の産業競争力強化にとって重要であると考えられる。

本研究においては、上記仮説を、発明者間の距離を計測し、形式知の伝達距離である論文著者所属機関と、発明者間の距離とを比較することによって検証することを目的とする。

2. 本研究の手法

2. 1 ヒトゲノム技術分野特許のサンプリング

著者らは特許公報CD-ROMを基に独自に日本特許のデータベースを構築した^{〔3〕}。そのデータベースに収録されている特許の中から、1995年から1999年の5年間に公開された特許約65万件を

母集団とし、国際特許分類（IPC）とキーワードを組み合わせたフィルタープログラムでヒトゲノム技術分野に属する特許を選別した（表1参照）。選別された特許は7,555件であった。

続いて、選別されたヒトゲノム技術分野特許からランダムサンプリングによって特許標本を300件抽出した。

2. 2 暗黙知の伝達距離の計測

ある問題を解決する技術を発明するためには、発明者はその時点で明らかとなっている科学的な知識を十分に知悉していることとともに、その問題が一人で解決できない場合には、他の異なった発想や知的バックグラウンドを持つ研究者や技術者と密接に対話し、実験器具や試作品を前にして試行錯誤を繰り返すことによって暗黙知を交換・共有することが必要不可欠であると考えられる。すなわち、ある発明の共同発明者であるということは、その発明を生み出す過程で必要となる文章化されていない知識を共有していたと考えるのが自然である。

したがって、何らかの方法で発明者間の距離を求めることができれば、それはすなわち暗黙知の伝達距離を知ることに繋がると考えられる。以下にその詳細について記す。

2. 2. 1 発明者の位置の同定

特許公報には発明者一人一人の住所が記載されている。発明者の住所は必ずしも発明が行われた場所とは一致しないが、そこから一定の距離にある場所で技術的思想の創作である発明が行われたと考えることは合理的である。発明者は通常自宅のある住所から発明の行われた職場まで移動し、発明者間でコミュニケーションを行い、技術的課題を解決する。人が遠距離を頻繁に移動するためには、時

間的にも金銭的にも負担が大きいことから、これがフェース・トゥ・フェースによる暗黙知の伝達の制約要因となっていると考えられる。

本研究では、特許公報を基に発明者の住所を抽出し、発明者の住所から緯度・経度を調べ、それらを基に発明者間の距離を調査した。

発明者の住所から緯度・経度を検索する際には、以下のページを利用した。URL は、地域別に

アメリカ

<http://teraserver.microsoft.com/default.aspx>

ヨーロッパ・オーストラリア

<http://www.multimap.com/>

日本

<http://www.geocoding.jp/>

を利用している。

特許公報は日本語表記となっているため、海外の住所の調査には困難が伴った。具体的には、上記ウェブサイトでは住所を当該国の言語で表記する必要があるが、特許公報中では外国の住所はカタカナで表記されており、しかも、言語の正確な発音とは異なった表記がされているなど、表記が誤っていることも少なくなかった。

カタカナ表記で地名が正しく表記されている場合でも、カタカナで記載された詳細な街区に対応する地名の原語での綴りは辞書にも記載されていないため、調査には多大の時間を必要とした。

なお、韓国の地名では[URL:<http://www.korea-go.to/name/cityindex.html>]というようなカタカナ表記の変換案内を見つけることにより、目的を達成した。

2. 2. 2 発明者間の重心位置の算出

発明者が3人以上の場合、「距離」の定義が問題となる。なぜなら、発明者が2人であれば両者の距離は単純に両者の位置を直線で結んだ距離となるが、発明者が3人以上の場合は発明者が一直線上に位置するとは限らないからである。

本研究では複数の発明者の距離を求める際、発明者の住所を頂点とした多角形を想定し、その多角形の重心から各発明者までの距離を求めた。さらに、重心から発明者までの距離の平均値を求め、各特許の暗黙知の伝達距離の指標としている。たとえば、発明者が2名の場合には両者の距離は重心からの距離の平均値の2倍が発明者間の距離となる。

発明者間の重心を求める際には、計算の便宜のため、緯度の重心と経度の重心をそれぞれ独立に計算している。緯度は、赤道を中心に±90度で表現され、各点の平均を求めている。経度の場合には、東回りか西回りの近いほうの角度の中心点を採用している。

発明者が3名以上の場合、筆頭発明者から順に重心位置を計算している。すなわち、第1発明者と第2発明者の中心点を出発点とし、発明者の人数によって重みを付けて平均しそれ以降の発明者との重心点を求めた。発明者の人数に応じこの計算を続け、発明者多角形の重心を求めた。

2. 2. 3 各発明者から発明者重心までの距離の算出

重心が決まれば、距離を計算するのは機械的に求めることができる。これは球面三角関数を用いるもので、次の式に従う。

$$\cos \theta = \cos \text{緯度 } 1 \cdot \cos \text{緯度 } 2 \cdot \cos(\text{経度 } 1 - \text{経度 } 2) + \sin \text{緯度 } 1 \cdot \sin \text{緯度 } 2$$

この θ は、球上の 2 点間（緯度 1，経度 1）（緯度 2，経度 2）の角度を表す。また、地球を緯度線で切り取った図形は、赤道点を結び線分が長軸となるような楕円であり、データとして得られる緯度は地理緯度 ϕ_g である。その扁平率 f から地心緯度 ϕ に補正する方法は、

$$\phi = \phi_g - f \sin 2\phi_g$$

でおこなっている。最後に

$$L = r\theta$$

として地表における距離 L としている。ここで、 r は地球の平均半径で 6369km を使用した。

2. 3 形式知の伝達距離の計測

2. 3. 1 特許に引用されている論文の抽出

ヒトゲノム技術分野の 300 件の特許サンプルそれぞれから、その本文中に引用されている論文および学会発表（以下「論文等」という）を探し出してリストにまとめ、その写しを可能な限り収集した

^[4]。具体的には、東京大学で購読している科学文献データベース ScienceDirect や東京大学図書館の

蔵書をもとに収集した。入手した論文数は 3,442 本である。

2. 3. 2 論文知識創出位置の同定

特許に引用されている論文著者の所属機関の正確な名称を検索し、その住所を基に論文の基となった研究が行われた場所を求めた。

その住所は下記の検索サイトから検索している。

www.google.com

www.yahoo.com

発明者と同様の手法で、論文研究機関の住所から緯度・経度を求めた。

2. 3. 3 論文知識創出位置から発明者重心までの距離の算出

こうして求めた論文研究機関の位置、すなわち論文の知識が創出された位置と、その論文を引用している特許の発明者の重心までの距離を求めた。距離の計算は各発明者から発明者重心までの距離の算出同様、球面三角関数を用いる方法によって算出した。この、論文知識創出位置から発明者重心までの距離を論文という形式知が伝達した距離の代理変数として採用した。

2. 4 暗黙知伝達距離と形式知伝達距離との比較

最後に上記で求めた暗黙知の伝達距離と形式知の伝達距離の比較を行った。発明という作業にフェイス・トゥ・フェイスのコミュニケーションによる対話による暗黙知の交換が必要であるとする、

計測された発明者間の距離は論文という形式知の伝達距離より短くなるはずである。

3. 結果

3. 1 発明者間距離（暗黙知の伝達距離）の計測

発明者の住所を基に、その緯度、経度を調査し、発明者の重心位置を求め、さらに、各発明者から発明者重心までの距離を求めた。

その結果、各発明者から発明者重心までの距離の最小値は 0km、最大値は 8,713.6km、中央値は 6.8km であった。仮に発明者が 2 人だったとすると両者の距離は重心位置からの距離のちょうど 2 倍となる。すなわち、最小値は 0km、最大値は約 17,400km、中央値は 13.6km であった。

発明者が複数の国にまたがっていたのは、論文等を 1 本以上引用していた 240 件のバイオ分野特許のうち 15 件、全体の 6.25%に過ぎなかった。逆に、これだけグローバル化が進展しているにもかかわらず 1995 年から 1999 年までに成立したバイオ特許サンプルの 94%は一つの国の国内で発明が行われたことになる。

発明者多角形の重心から各発明者への平均距離が 500km 以上離れていた特許は 240 件中、8.3%に当たる 20 件であった。そのうち 5 件が日米間で行われた発明であり、4 件が欧米間で行われ、2 件が日欧間で行われた。他の発明のうち 4 件は英国－オーストラリア、カナダ－オーストラリア、日本－オーストラリア、イタリア－ドイツなど発明者が複数国にまたがっていた。その他の 5 件は 1 国内で発明が行われており、そのうち 4 件は米国内の異なった都市に、1 件は日本国内の異なった都市に発明者がまたがっていた。

論文等を1本以上引用していた240件のバイオ分野特許のうち、42.5%にあたる102件の特許の筆頭発明者の住所は日本国内であった。次いで、34.2%にあたる82件の筆頭発明者がアメリカに住所があった。以下、18.3%にあたる44件が欧州、1.7%にあたる4件がオーストラリア、同じく1.7%にあたる4件が韓国、0.8%にあたる2件がカナダ、同じく0.8%にあたる2件がイスラエルに住所がある発明者であった。このことから、本研究対象とした発明は、日本特許データを用いてはいるものの、グローバルなイノベーションを対象としたものであることを示す。

3. 2 形式知の伝達距離の計測

特許に引用されている論文著者の所属機関の住所を基に、論文の基となった研究が行われた場所を求めた。その結果、発明重心から論文研究機関までの距離の最小値は0km、最大値は18,577.9km、中央値は4,323.5km、最小値は0kmであった。地球半周が約20,000kmであるから、最も長い論文引用距離の研究機関と発明重心との距離はほぼ地球の反対側に位置していることがわかる。

3. 3 暗黙知伝達距離と形式知伝達距離との比較

これらの結果をまとめたものを表2に示す。発明者が3人以上いる場合の暗黙知の伝達距離は、発明者2人の場合と比較可能とするため、発明者間の住所の重心と各発明者との平均距離の2倍の値としている。

ここで注目されるのは暗黙知と形式知でその伝達距離の中央値が大きく異なっている点である。形式知の伝達距離の中央値が約4,300kmであるのに対し、暗黙知の伝達距離の中央値はわずか14kmに過ぎない。両者には300倍以上の開きがあった。

4. 結論

発明者間距離の計測結果からは、多くの発明は非常に近い距離に住む人のグループによって生み出されているということが明らかとなった。ヒトゲノム技術分野の特許は外国からの出願が比較的多く、サンプルされた日本特許の 57.5%は外国に住所がある人の発明であった。発明者の居住国も様々で、米国、欧州をはじめ、韓国、オーストラリア、イスラエルなど多岐にわたっていた。しかし、発明者がこれだけグローバルに分布しているにもかかわらず、複数の国の居住者による共同発明はわずか 15 件、全体の約 6%に過ぎず、大半が同一の国の発明者によって発明が行われていた。計測された発明者間距離の中央値は 6.8km であり、山手線が直径約 10km であるから、半数以上の発明は山手線の内側未満の距離に住む発明者同士の共同作業によって行われていることになる。イノベーション活動の一種である発明という知的活動を行うためには、頻繁にフェイス・トゥ・フェイスで対話を行い、暗黙知の交換・蓄積を行うことが重要であることを示唆する結果と言えよう。

このことは、論文という形式知の伝達距離との比較を行うことによって、一層際立つ結果となった。特許に引用されている論文著者所属機関と発明者重心との距離の中央値は約 4,300km であり、発明者の住所と発明者重心との距離の中央値 6.8km よりもはるかに長い。これは、研究成果が論文という形にまとめられることにより、より遠くまで伝達可能となり、研究が行われた場所から国境を越えて他の国の発明に引用されてスピルオーバーしていることを示すものと考えられる。

本研究により、暗黙知が伝達・蓄積され、技術の発明というイノベーションの一種に結びつくためには、関連するアクター間の距離が近区、頭脳が集積していることが重要であると考えられる。

参考文献

- 〔1〕 一橋大学イノベーション研究センター（編），イノベーション・マネジメント入門，日本経済新聞社，405-406（2001）。
- 〔2〕 同上，406-407（2001）。
- 〔3〕 玉田俊平太，児玉文雄，玄場公規，重点4分野におけるサイエンスリンケージの計測（上），情報管理，Vol.47（No.6），393-400（2004）。
- 〔4〕 玉田俊平太，児玉文雄，玄場公規，重点4分野におけるサイエンスリンケージの計測（下），情報管理，Vol.47（No.7），455-462（2004）。

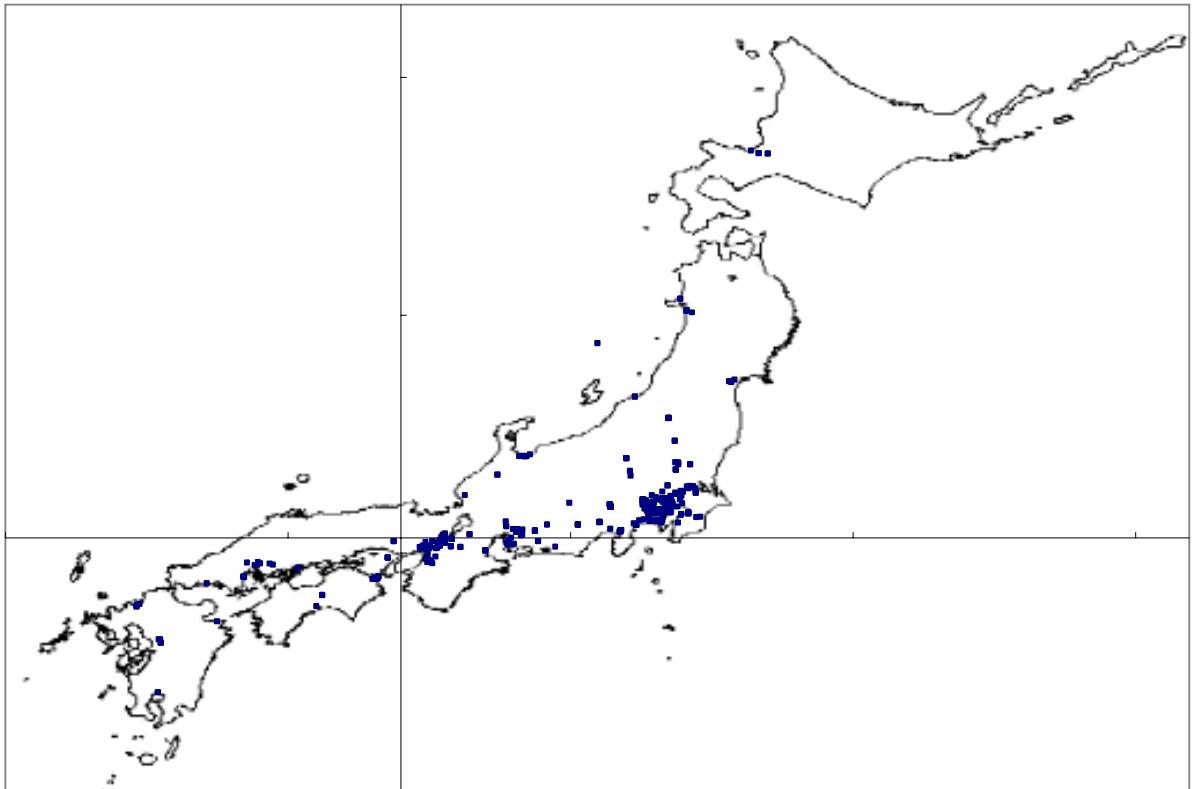


図 1 日本に住所がある発明者の分布

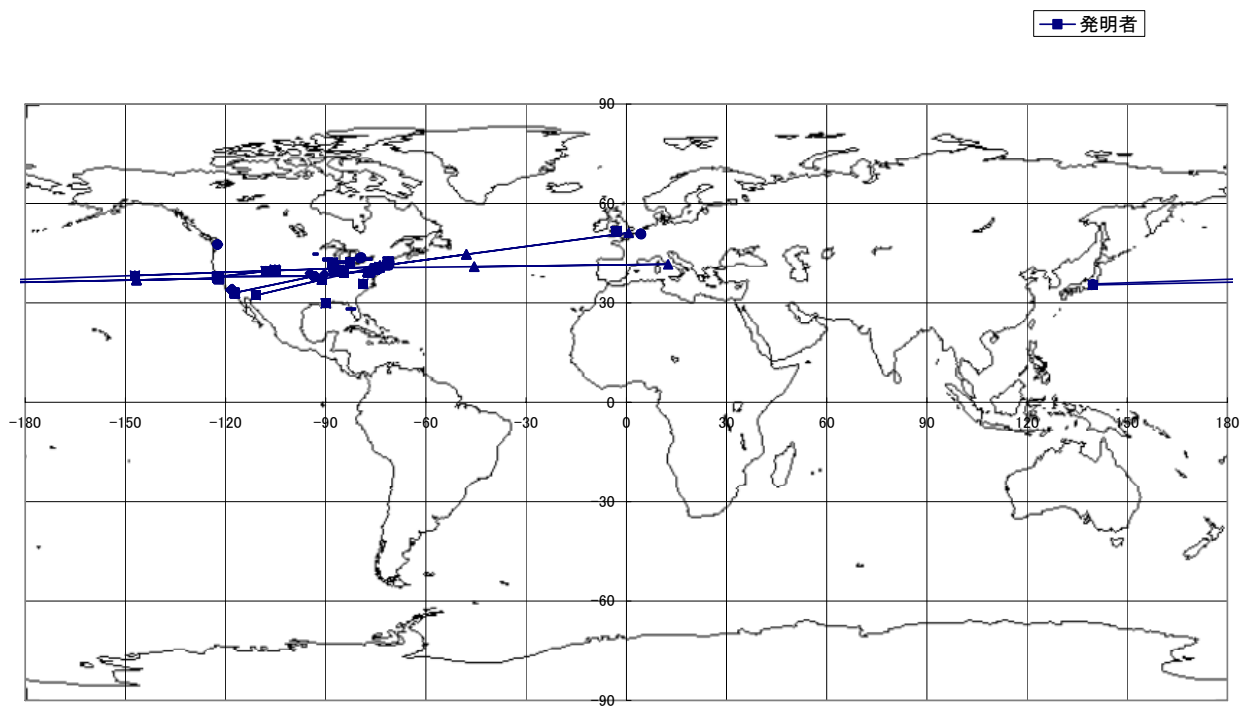


図 2 アメリカ大陸に住所がある発明者とその重心

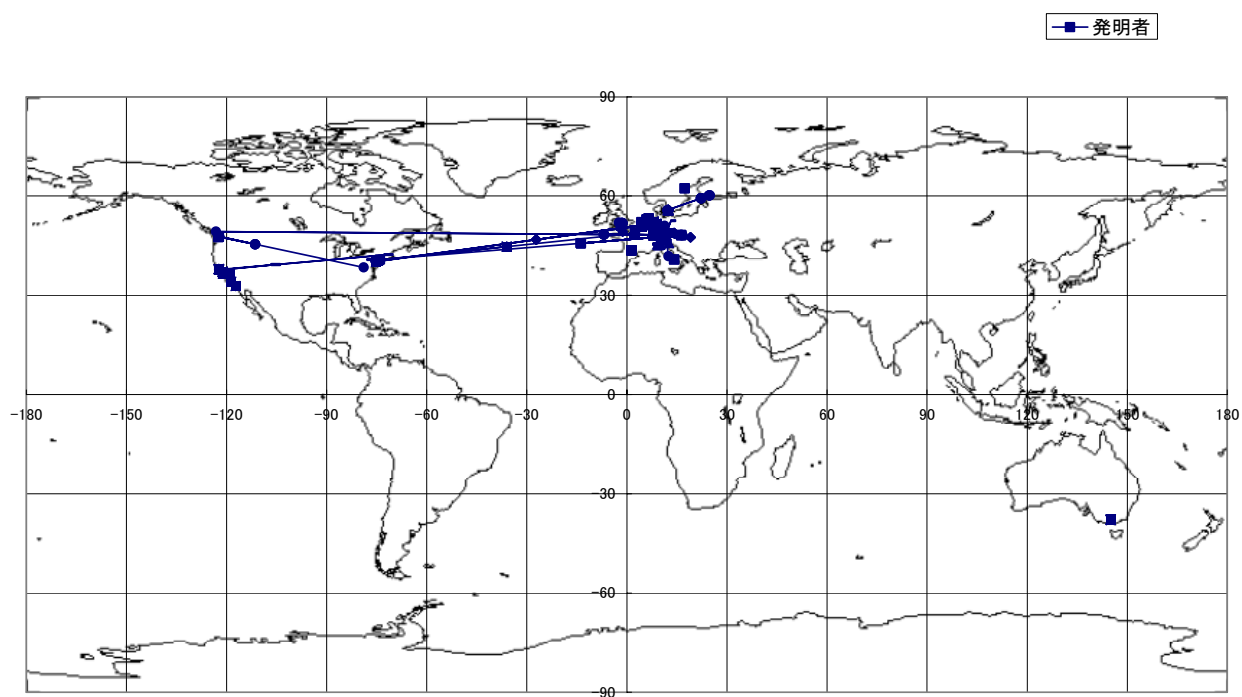


図 3 EU加盟国に住所がある発明者とその重心

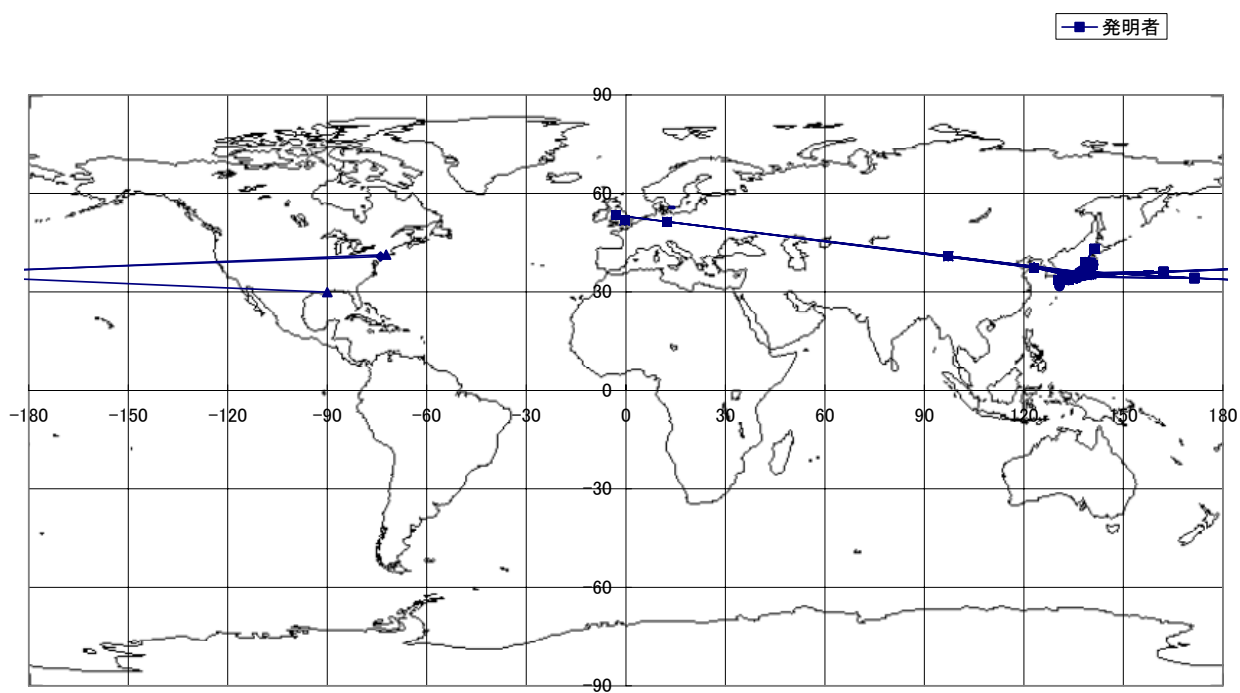


図 4 日本に住所がある発明者とその重心

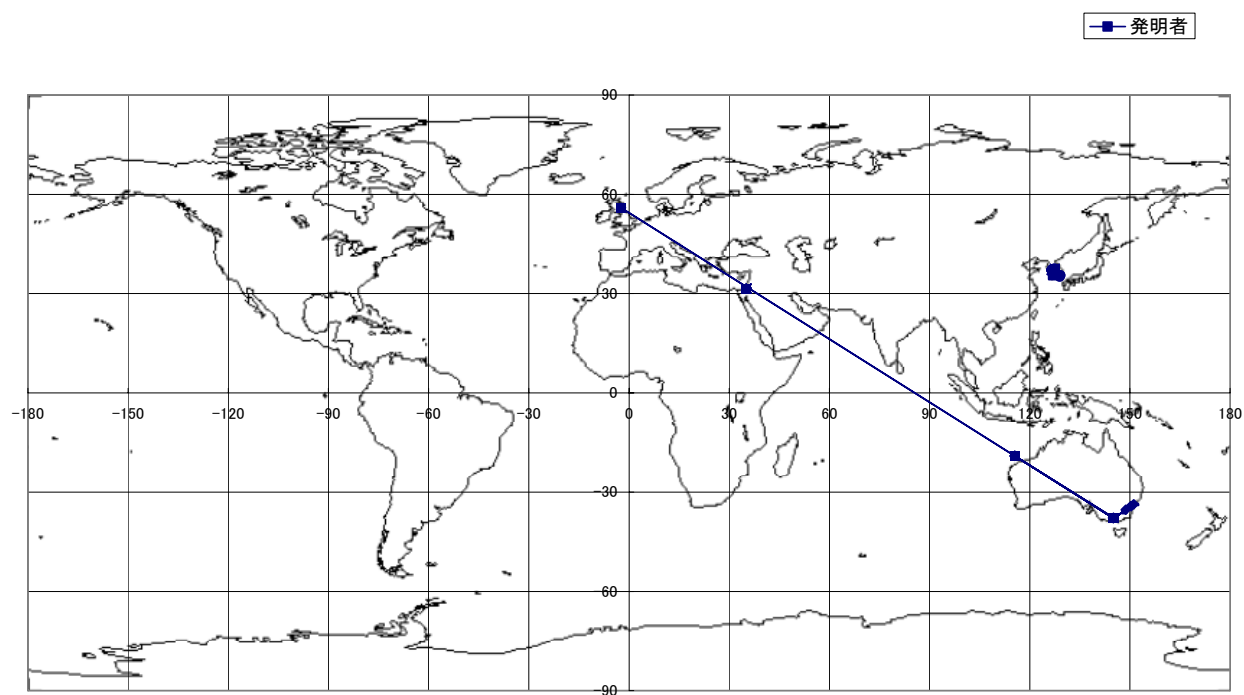


図 5 その他の国（オーストラリア，韓国，イスラエル）に住所がある発明者とその重心

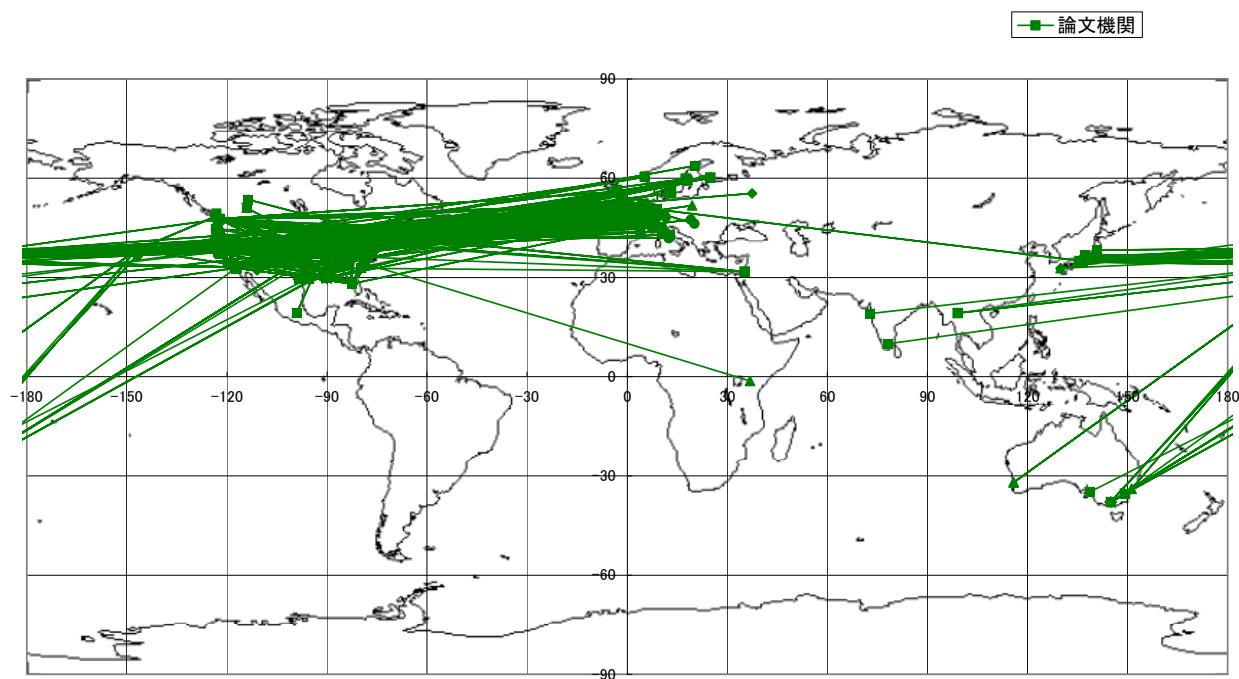


図 6 アメリカ大陸に住所がある発明者の特許と当該特許に引用されている論文研究機関

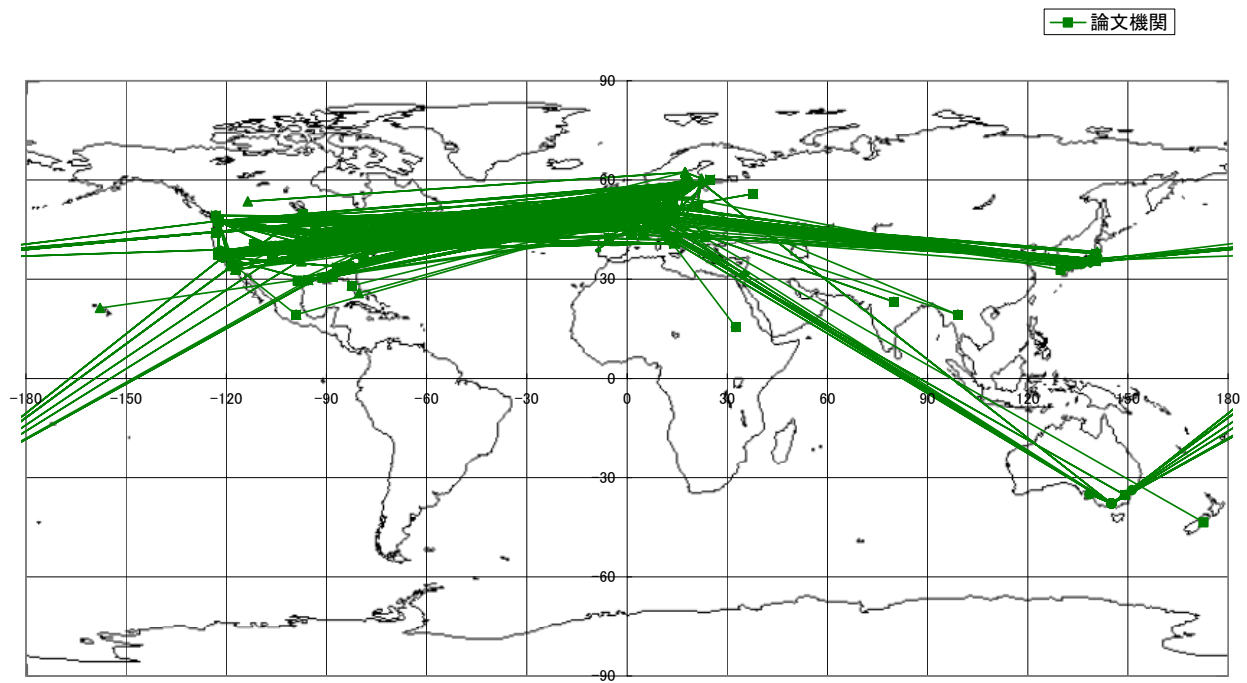


図 7 EU加盟国に住所がある発明者の特許と当該特許に引用されている論文研究機関

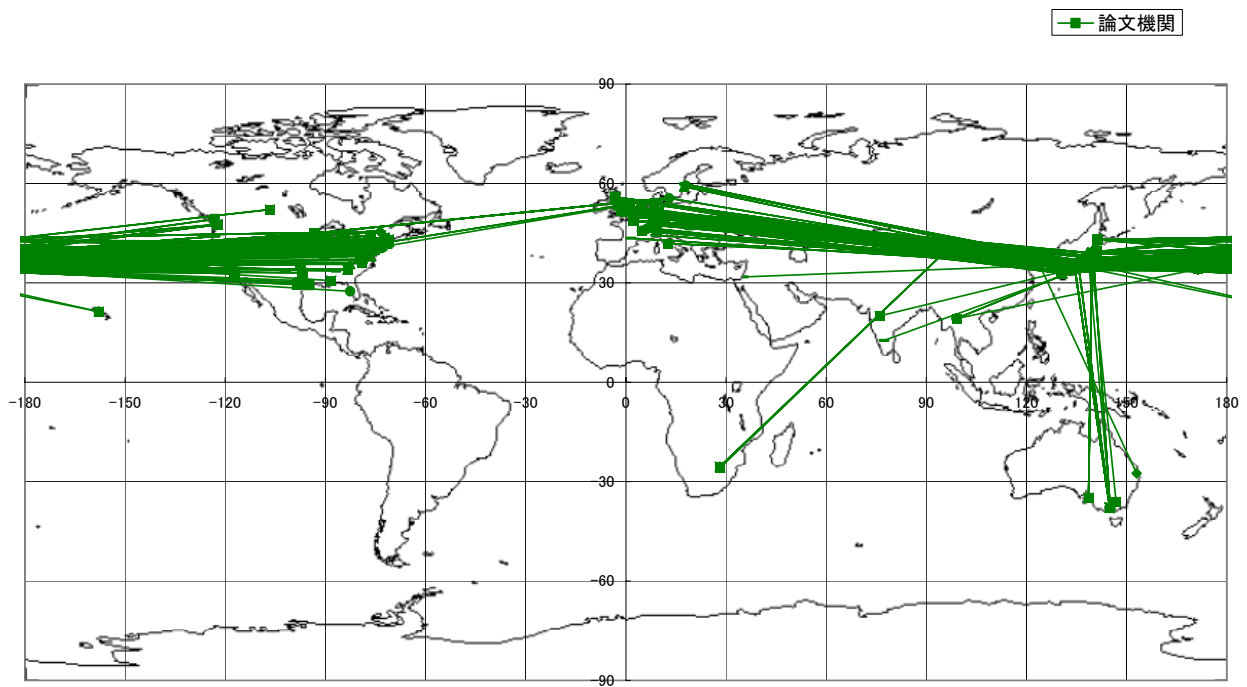


図 8 日本に住所がある発明者の特許と当該特許に引用されている論文研究機関

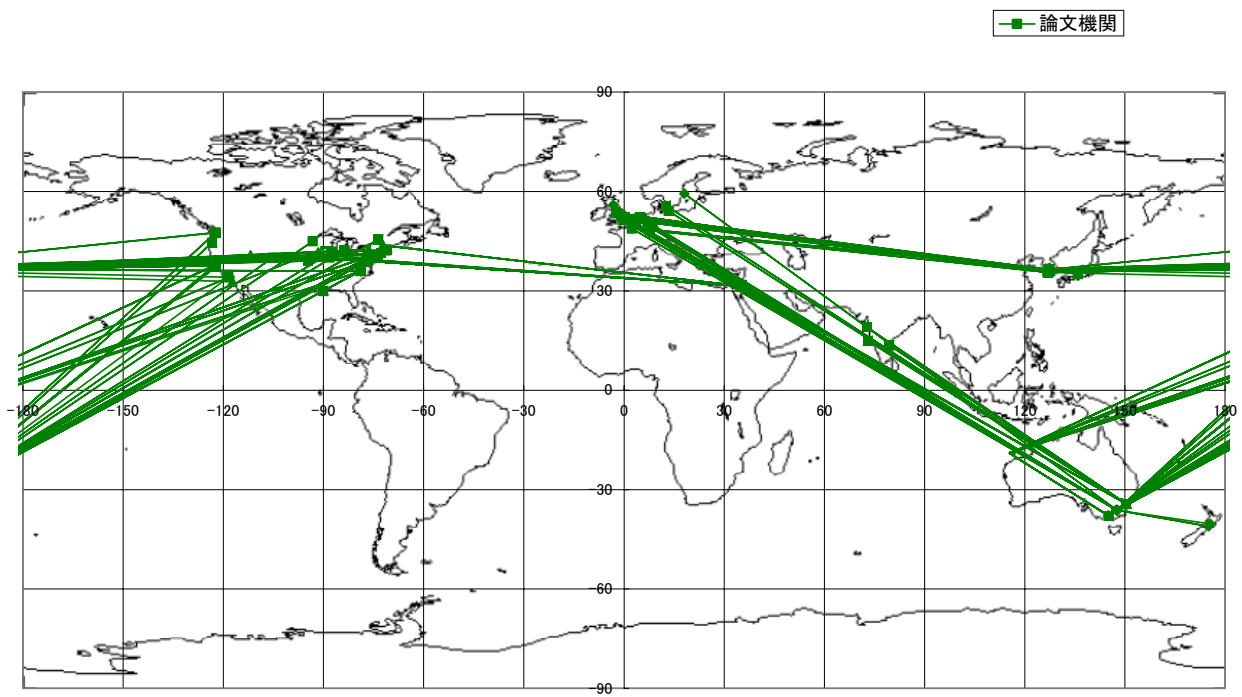


図 9 その他の国（オーストラリア，韓国，イスラエル）に住所がある発明者の特許と当該特許に引用されている論文研究機関

表 1 ヒトゲノム技術分野特許抽出に用いたフィルタープログラム

	フィルタ	フィルタ適合特許件数
ヒトゲノム 技術分野	1) IPC:C12N15+C12N/1+C12N/5+C12N/7+A61K/48	7,555
	2) 明細書中のキーワード:ベクタ遺伝子+癌遺伝子+遺伝子配列+ウイルス遺伝子+バクテリア遺伝子+細菌遺伝子+遺伝子障害+遺伝子治療+レトロウイルス+細胞成長+細胞増殖+リンホカイン+シトキン+サイトカイン	
	3) 1+2	

表 2 暗黙知と形式知の伝達距離の比較（単位：km）

	暗黙知	形式知
最小値	0.0	0.0
中央値	13.6	4,323.5
最大値	17,427.2	18,577.9