

特許庁委託事業

インドと諸外国の共同研究実態調査
～情報通信技術（ICT）分野～

2023年5月

独立行政法人 日本貿易振興機構

ニューデリー事務所

（知的財産権部）

報告書の利用についての注意・免責事項

本報告書は、日本貿易振興機構（ジェトロ）が現地調査会社に委託し作成したものであり、調査後の法律改正などによって情報が変わる場合があります。掲載した情報・コメントは調査委託先の判断によるものであり、情報の正確性や一般的な解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。また、本報告書はあくまでも参考情報の提供を目的としており、法的助言を構成するものではなく、法的助言として依拠すべきものではありません。本報告書にてご提供する情報等に基づいて行為をされる場合には、必ず個別の事案に沿った具体的な法的助言を別途お求め下さい。

ジェトロおよび調査委託先は、本報告書の記載内容に関して生じた直接的、間接的、派生的、特別の、付随的、あるいは懲罰的な損害および利益の喪失について、それが契約、不法行為、無過失責任、あるいはその他の原因に基づき生じたかにかかわらず、一切の責任を負いません。これは、たとえジェトロまたは調査委託先が係る損害等の可能性を知らされていても同様とします。

目次

第 I 部：政策および各国との協力の概要	1
1. インドの ICT 部門の概要	1
2. インドと諸外国との連携・協力	1
2.1. 日本	1
2.2. 欧州諸国	2
2.3. 米国	3
2.4. その他の国々	4
3. インドにおける主要部門のシナリオ	4
3.1. E コマース	4
3.1.1. 政府の方針と取組	5
3.1.2. E コマースへの投資	5
3.2. 情報技術 (IT)	5
3.2.1. 政府の方針と取組	6
3.2.2. 情報技術 (IT) への投資	6
3.3. 電気通信 (Telecommunication)	7
3.3.1. 政府の方針と取組	7
3.3.2. 電気通信 (Telecommunication) への投資	8
第 II 部：調査手法	9
1. 調査範囲	9
2. 使用データベースと検索式	9
2.1. 特許文献調査の検索式	9
2.2. 非特許文献 (科学論文) 調査の検索式	14
第 III 部：インドと主要国とのオープンイノベーション	15
1. Internet of Things (IoT)	15
1.1. IoT 分野概況	15
1.2. インドと主要国の共同研究の実態	17
1.2.1. 共同特許出願から把握される連携状況	17
1.2.2. 共著論文から把握される連携状況	20

1.2.3. 共同研究の成果の扱い.....	25
1.2.4. 日本と主要国との比較.....	26
1.2.5. 参考情報：具体的な連携事例（連携主体／研究内容／研究者）	26
2. 5G.....	43
2.1. 5G 分野概況.....	43
2.2. インドと主要国の共同研究の実態.....	45
2.2.1. 共同特許出願から把握される連携状況.....	45
2.2.2. 共著論文から把握される連携状況.....	46
2.2.3. 共同研究の成果の扱い.....	51
2.2.4. 日本と主要国との比較.....	52
2.2.5. 参考情報：具体的な連携事例（連携主体／研究内容／研究者）	52
3. 拡張現実（AR）と仮想現実（VR）	65
3.1. AR/VR 分野概況	65
3.2. インドと主要国の共同研究の実態.....	66
3.2.1. 共同特許出願から把握される連携状況.....	66
3.2.2. 共著論文から把握される連携状況.....	67
3.2.3. 共同研究の成果の扱い.....	71
3.2.4. 日本と主要国との比較.....	72
3.2.5. 参考情報：具体的な連携事例（連携主体／研究内容／研究者）	72
4. 人工知能（AI）と機械学習（ML）	81
4.1. AI/ML 分野概況.....	81
4.2. インドと主要国の共同研究の実態.....	82
4.2.1. 共同特許出願から把握される連携状況.....	82
4.2.2. 共著論文から把握される連携状況.....	83
4.2.3. 共同研究の成果の扱い.....	88
4.2.4. 日本と主要国との比較.....	89
4.2.5. 参考情報：具体的な連携事例（連携主体／研究内容／研究者）	89
5. ブロックチェーン	110
5.1. ブロックチェーン分野概況.....	110
5.2. インドと主要国の共同研究の実態.....	111

5.2.1. 共同特許出願から把握される連携状況.....	111
5.2.2. 共著論文から把握される連携状況.....	112
5.2.3. 共同研究の成果の扱い.....	117
5.2.4. 日本と主要国との比較.....	118
5.2.5. 参考情報：具体的な連携事例（連携主体／研究内容／研究者）	118
6. クラウド・コンピューティング	135
6.1. クラウド・コンピューティング分野概況.....	135
6.2. インドと主要国の共同研究の実態.....	136
6.2.1. 共同特許出願から把握される連携状況.....	136
6.2.2. 共著論文から把握される連携状況.....	139
6.2.3. 共同研究の成果の扱い.....	145
6.2.4. 日本と主要国との比較.....	146
6.2.5. 参考情報：具体的な連携事例（連携主体／研究内容／研究者）	146

第 I 部：政策および各国との協力の概要

1. インドの ICT 部門の概要

インドの情報通信技術（ICT）セクターとデジタル経済は、インドの経済成長を加速・近代化させる上で重要な役割を果たしている。先ごろ、「デジタル・インド」などの取組がいくつかインド政府によって開始されており、現在のデジタルインフラとインターネット接続性を向上させ、インドをデジタル面で力のある社会へ変貌させることを目指している。

情報通信技術（ICT）セクターが国内総生産（GDP）に寄与している割合は 13%を超え、インドのデジタル経済は、ビジネスプロセス管理（IT-BPM）、E コマース、国内電子機器製造、デジタル支払、デジタル通信サービス（電気通信を含む）などから年間およそ 2000 億米ドルの経済価値を生み出す。2025 年までに、インドデジタル経済は全体でおよそ 8000 億米ドル規模になると予想されている。KPMG によると、インド ICT 産業の市場規模は現在 1800 億米ドルと推定され、2025 年までに 3500 億米ドルまで成長すると予想される。

カテゴリー別の市場内訳は、IT サービス（52%）、IT BPM（19%）、エンジニアリングおよび R&D ソフトウェア（20%）、ならびにハードウェア（9%）、となっている。

2023 年までに、インドの ICT 支出は 1440 億米ドルに達する見込みだ。インドの情報通信技術（ICT）支出全体は、2018 年の 1010 億米ドルから、CAGR 7.2%で 2023 年までに 1440 億米ドルまで増加する見通しである。インドでは、サービスセクターからの ICT 支出が 2023 年までにちょうど 50%を超えることが傾向によって示されており、人工知能、チャットボットおよび類似のアプリケーションが、サービスセクターのビジネス・インテリジェンスと事業計画の大部分を下支えしている。オンラインビジネスやインターネット商取引、ソーシャルメディア主導の広告はモビリティに大きく依存し、こういったマルチロケーションのリアルタイムデータ収集および分析はすべて、良好で高速な接続性に全面的に依存する。これは、組織が 4G および 5G ブロードバンド開発研究に多額の資金を投入していることを意味する。¹

2. インドと諸外国との連携・協力

2.1. 日本

日本の岸田文雄総理大臣は、様々な問題に関してナレンドラ・モディ首相と会談を行った後、2022 年 3 月に、今後 5 年間でインドへ 5 兆円（3 兆 2000 億ルピー）の投資を目指すことを発表した。投資は官民の両方で行われ、これには様々なプロジェクトに対するインドへの負債も

¹ <https://opengovasia.com/india-ict-spending-in-will-reach-144-billion-in-2023/>

含まれる。投資の大部分を呼び込むと見込まれる分野は、主に製造、気候変動およびインフラとなるだろう。²

インドと日本は、情報技術分野での協力強化に向けた覚書（MoU）を締結した。³

第7回日印 ICT 合同作業部会会合では、デジタル・トランスフォーメーション合同プロジェクトの推進や、インド人 IT 専門家が日本や日本企業で働く機会を提供するサポート、IoT や AI などの振興技術分野で行われる連携を通じて、デジタル経済を強化するため、印日デジタル・パートナーシップの下、協力を発展させていく必要性が強調された。また、5G、オープン RAN、通信ネットワークセキュリティ、海底ケーブルシステム、そして量子通信に議論が集中した。⁴

2.2. 欧州諸国

インドとフランスは、より安全な 5G および 6G 通信システムに向けて協力することで合意した。この決定は、ナレンドラ・モディ首相がコペンハーゲンでの第2回インド・北欧サミットからの帰途、エマニュエル・マクロン大統領との二国間会談中に行われた。⁵

インドと英国は、電気通信・情報通信技術（ICT）に関する二国間のより緊密な協力と情報交換を促進するための MoU を締結した。協力活動には、共同調査研究支援、セキュリティ、イノベーションおよび新興・新規技術分野での情報交換、中核的研究拠点（Center of Excellence）とセキュリティ検証ラボの創設、ならびに 5G、IoT/M2M、人工知能（AI）、クラウド・コンピューティングおよびビッグデータの領域での新たな活動の模索などがある。⁶ インドとフィンランドは、量子コンピューティングに関する印芬バーチャル・ネットワーク・センター創設のための詳細な計画について合意した。この件に関して、インドはすでに、バーチャル・ネットワーク・センターについてフィンランドの教育機関と協力する一流機関（IIT マドラス、IISER プネおよび C-DAC プネ）を選定していた。⁷

² <https://timesofindia.indiatimes.com/business/india-business/japans-5-trillion-yen-investment-plan-depends-on-indias-atmosphere-diplomat/articleshow/91867584.cms>

³ <https://www.thehindu.com/news/national/india-japan-ink-pact-to-enhance-cooperation-in-ict/article33581425.ece>

⁴ https://www.domain-b.com/infotech/itnews/20220516_joint_working.html

⁵ <http://www.uniindia.com/news/india/india-france-5g-6g/2723869.html>

⁶ <https://www.gov.uk/government/publications/mou-on-telecommunications-and-information-communication-technology-between-india-and-the-united-kingdom#:~:text=The%20UK%20and%20India%20have,social%20development%20of%20both%20countries.>

⁷ <https://www.communicationstoday.co.in/india-finland-review-bilateral-cooperation-progress-in-5g-ai/>

欧州連合は、加盟国が全 5G バリューチェーンの一環となるべき新たなセキュリティープロトコルへ移行するにあたり、オープンで透明性の高い標準の策定においてインドと協力することを望んでいる。政府によると、インドが 5G ネットワークの建設のために必要な投資が 700 億米ドル超であるのに対し、EU は 3550 億米ドルを投資する必要がある。⁸

T-Systems ICT India（T-Systems はドイツ・フランクフルトに本社を置く）が、40 万平方フィートの最先端施設をブネにオープンした。同社は今後 2～3 年をかけて、現在 1500 人の国内従業員数を大幅に拡大するための長期投資も行う予定だ。T-Systems は、クラウド、ビッグデータ、機械学習、ロボティクス、オートメーションおよび IoT などの次世代デジタル技術における自社の強化されたソフトウェア開発能力で、世界の顧客によるデジタル化構想の実現を支援する。また、イノベーション・ハブとしてのセンターを建設し、従業員がクラウドやデータ・アナリティクス、モバイルアプリに取り組んで高品質の分析およびオートメーション主導型サービスを提供するスキルの育成に投資する。⁹

2.3. 米国

防衛関連公営企業の Bharat Electronics Limited（BEL）は、米国市場向けにモノのインターネット（IoT）端末を開発、製造、供給するため、米国に拠点を置くインフラ通信流通企業 Hyperion Global Group と契約を締結したと述べた。この契約により、BEL は、供給を開始した最初の 1 年間は、7300 万米ドル相当の IoT 端末を製造して Hyperion へ供給するが、今後 5 年間で 3 億 6500 万米ドル相当の製品アップグレードを交渉して供給する規定が付いている。Hyperion の次世代グローバル通信インフラ 端末は、人々が生活し、学習し、通信し、データを消費する方法に大変革を起こそうとしている。このグローバルインフラは、IoT と 5G の組み合わせで可能となるかつてないレベルの性能とスピードを解き放つ鍵となる。¹⁰ 国内における堅牢なサイバー・セキュリティー・エコシステム創出のためのたゆみない努力の一環として、Microsoft India が今日、ICT アカデミーとの共同イニシアチブ Cyber Shikshaa for Educators の立ち上げを発表した。本プログラムは、一年目となる年に、タミル・ナドゥ、カルナータカ、テランガナ、アッサム、ウッタラカンド、デリー首都圏およびラジャスターンの地方工科大学の学部生および高等教育学生のスキルアップを目指す。¹¹

⁸ <https://economictimes.indiatimes.com/industry/telecom/telecom-news/eu-official-looks-to-align-with-india-on-5g-to-protect-democracy/articleshow/82145426.cms?from=mdr>

⁹ <https://www.manufacturingtodayindia.com/sectors/5389-t-systems-ict-india-opens-new-facility-in-pune>

¹⁰ <https://timesofindia.indiatimes.com/india/bel-inks-multi-million-dollar-deal-to-make-iot-devices-for-us-market/articleshow/89157476.cms>

¹¹ <https://news.microsoft.com/en-in/microsoft-collaborates-with-ict-academy-to-launch-cybersecurity-skilling-program-for-educators-and-higher-education-students/>

2.4. その他の国々

Nasscom CoE-IoT (IoT 向け中核的研究拠点) が、台湾・インド AI 技術イノベーション研究センターと連携し、インキュベーション支援、指導および市場へのアクセスを目指す。この連携は、インドの技術系スタートアップ企業が、試作または生産段階においてハードウェア部品を台湾から調達する際の一助となる。¹²

インドとバングラデシュは、通商、災害、ICT およびスポーツにおける協力強化に関する 5 件の MoU を締結した。シェイク・ハシナ首相とナレンドラ・モディ首相が、首相官邸での会談に続いて文書の交換に立ち会った。¹³

インド・シンガポール CEO フォーラムのメンバーが、二国間貿易および投資に影響を与える規制上の問題と規制プロセスの解決に向けて取り組むことで合意する。「インドが大きな市場を提供する e コマース、フィンテック、スマート・マニュファクチャリングおよびヘルスケアなどの分野において、インドとシンガポールは協力できる。」と、ピユシュ・ゴヤル商工大臣は述べた。¹⁴

ナイジェリアとインドが、ICT および再生可能エネルギー推進に向け、関係を強化した。ナイジェリア政府とインド共和国は、情報通信技術 (ICT) および再生可能エネルギーセクターにおける成長促進のために二国間の絆を深める方法について最終決定をした。これは、投資の促進に向けた両国による新たな献身的取組の核心部分であった。¹⁵

3. インドにおける主要部門のシナリオ

3.1. E コマース

この産業における成長の大部分は、インターネットとスマートフォンの普及拡大が要因となっている。2021 年のインターネット接続数は、「デジタル・インド」プログラムに牽引され 8 億 3000 万接続と大幅に増加した。

インドの e コマース市場は 2024 年までに 1110 億米ドルに、2026 年までには 2000 億米ドルに達すると予想されている。

¹² <https://www.techcircle.in/2021/09/02/nasscom-coe-iot-ties-up-with-taiwan-india-ai-technology-innovation-research-center>

¹³ <http://www.uniindia.net/india-bangladesh-exchange-five-mous-on-trade-disaster-ict/world/news/2355859.html>

¹⁴ <https://ficci.in/ficci-in-news-page.asp?nid=28946>

¹⁵ <https://www.commonwealthunion.com/nigeria-and-india-strengthen-relationship-to-advance-ict-and-renewable-energy/>

3.1.1. 政府の方針と取組

2014年からインド政府は、デジタル・インディア、メイク・イン・インディア、スタートアップ・インディア、スキル・インディア、イノベーション・ファンドなど、様々な取組を発表してきた。Eコマース促進のため、主に以下のような取組も打ち出している。

外国企業によるEコマースへの参加を増やすため、インド政府は、Eコマース市場モデルへのFDIの上限を（B2Bモデルにおいて）100%まで引き上げた。

自動ルートに基づく100%FDIがEコマース市場モデルで認められている。

国家小売政策：政府は国家小売政策案で5つのエリア—ビジネスのしやすさ、ライセンスプロセスの合理化、小売のデジタル化、改革への集中、デジタルコマースのためのオープンネットワークを取り上げ、オフラインの小売業とeコマースは一体的に管理される必要があると述べた。

政府は5G向けファイバーネットワークの展開に多額の投資をしており、インドにおけるEコマース促進の一助となるだろう。

3.1.2. Eコマースへの投資

インドのeコマース部門は、2021年に、前年比5.4倍となる150億米ドルのPE/VC（プライベート・エクイティ/ベンチャーキャピタル）投資を受けた。これは、インドの各部門が受けた投資の中で最高額である。

Amazon Indiaが、零細中小企業を支援するための一村一品（ODOP）バザーを自社プラットフォームで立ち上げた。

Walmartが、自社の米国市場に参入するようインドの販売者に呼びかけた。2027年まで毎年インドから100億米ドルを輸出することを目指す。

インドのeコマース大手Flipkartが、政府系ファンド、未公開株式およびWalmart（親会社）などの様々な資金源から36億米ドルを調達したと2021年7月に発表した。

Flipkartが、自社の食料品サービスの拡充を発表した。同社は、インドの都市1800箇所へサービスを提供する予定である。

2021年3月、Amazonがベンガルールを拠点とするリテールテックスタートアップ企業のPerpuleを、10億7600万ルピー（1450万米ドル）で買収した。

3.2. 情報技術（IT）

2020年、IT産業がインドのGDPに占める割合は8%だった。STPI（インドソフトウェア技術パーク）によると、STPIとつながりのあるIT企業によるソフトウェア輸出額は、2022年度第一四半期には1兆2000億ルピー（162.9億米ドル）に達した。2021年版グローバル・イノベーション・インデックス（GII）では、インドは順位を4位上げて第46位となっている。インドITの中核的能力と強みが、主要国や大企業から大型投資を呼び込んだ。

3.2.1. 政府の方針と取組

2022年度国家予算では、ITおよび通信部門への割当額が8856億7570万ルピー（115.8億米ドル）に達した。

2021年8月、ラジーブ・チャンドラセカール電子情報技術大臣は、2022年3月期のIT輸出目標を4000億米ドルに設定したと発表した。また、中央政府は、サイバー・セキュリティ、ハイパースケール・コンピューティング、人工知能、ブロックチェーン等の分野に注力することを計画している。

電子情報技術省（MeitY）は、インドの官民関係者の関心を促し、インターネットアクセスを遠隔地に広げるため、「インドの人々みんなをつなぐ（“Connecting all Indians”）」をテーマにワークショップを開催した。

2021年9月、インド政府は、研修センターの利用可能性と雇用機会を促進するため、北東3州に5箇所の国立電子情報技術研究所（NIELIT）センターを開設した。

重工業・公営企業省が、世界的競争力のある製造業向けの技術をインドで開発するため、6つの技術革新プラットフォームを立ち上げた。これら6つのプラットフォームは、IITマドラス、中央製造技術研究所（CMTI）、自動車技術国際センター（iCAT）、インド自動車調査協会（ARAI）、BHELおよびHMTが、IIScバンガロールと共同開発している。

インド電気通信局と日本国総務省が、5G技術、通信セキュリティおよび海底光ファイバーケーブルシステム分野での協力強化に向けMoUを締結した。

3.2.2. 情報技術（IT）への投資

インドのコンピューター・ソフトウェアおよびハードウェア部門は、2000年4月から2021年12月までの間に、813.1億米ドル相当の累積外国直接投資（FDI）流入を呼び込んだ。産業国内取引促進局（DPIIT）が発表したデータによると、同部門はFDI流入額第2位となった。コンピューター・ソフトウェアおよびハードウェアは、累積外国直接投資流入の14.19%を占めた。2021年には、IT部門でのPE投資額が234億米ドルに達した。

インドのITスタートアップ・エコシステムでは、株式非公開企業への投資額が、2020年の110億米ドルから2021年には360億米ドル近くという記録的な金額となった。

2022年1月、Googleは、インドのデジタル・エコシステム推進のためBharti Airtel Ltd.へ10億米ドルを投資する計画を発表した。

Amazonは、Amazonウェブサービス（AWS）を顧客へ販売するためにAirtelと提携した。また、ハイデラバードに開設予定の2件のデータセンターへ16億米ドルを投入する意向である。

2021年8月、SAP IndiaとMicrosoftが、（恵まれない地域出身の）若い女性たちが技術分野でのキャリアを追求できるようにすることを目指す共同スキル向上イニシアチブ

TechSakshamの導入を発表した。この連携により、6万2,000人の女子学生が、人工知能（AI）、クラウド・コンピューティング、ウェブ・デザインおよびデジタル・マーケティングの研修を受ける予定である。

2021年7月、Wiproは、今後3年間で10億米ドルを投資し、買収と連携によって自社のクラウド技術能力を拡大させる計画を発表した。

3.3. 電気通信 (Telecommunication)

現在、インドは11.6億人の契約者基盤を持つ世界第二位の規模の通信市場で、ここ10年力強い成長を記録している。GSM協会(GSMA)がBoston Consulting Group(BCG)と共同で作成した報告書によると、インドのモバイル経済は急速に発展しており、国内総生産(GDP)に大きく貢献するだろう。

インドの5G契約数は2026年までに3億5000万となり、全モバイル契約数の27%を占める見込みである。

2025年までに、インドは、モノのインターネット(IoT)、人工知能(AI)、ロボティクス、クラウド・コンピューティングなどの5G向け技術に最大で2200万人の熟練した技能者を必要とすることになるだろう。

3.3.1. 政府の方針と取組

政府は通信部門の改革を急ピッチで進め、引き続き積極的に通信企業へ成長の余地を与えている。政府による主な取組の一部を以下に示す。

2022年度国家予算では、電気通信局(DoT: the Department of Telecommunications)に8458億7000万ルピー(111.1億米ドル)が割り当てられた。うち、3043億6000万ルピー(39.9億米ドル)は総支出額の36%となる収益的支出で、5415万ルピー(71.1億米ドル)は総支出額の64.01%となる資本支出だった。

6G技術開発推進のため、電気通信局(DoT)が第6世代(6G)イノベーショングループを編成した。

2021年8月、電気通信局(DoT)は、通信部門の財政圧迫、特に、破綻回避のための資金投入を緊急で必要としているVodafone Idea Ltd.(VIL)に対応するため、銀行との議論を開始した。

インド政府は、EricssonやNokiaなどの企業がインドでの事業拡大を望んでいると述べた。また、Samsung、Cisco、CienaそしてFoxconnといったグローバル企業が、通信・ネットワーク製品の製造拠点をインドに設立することに関心を示している。

内閣が、電気通信局による1219億5000万ルピー(16.5億米ドル)規模の通信・ネットワーク製品向け生産連動型インセンティブ(PLI)・スキームを承認した。

2020年11月4日、ナレンドラ・モディ首相が議長を務める内閣が、通信・情報技術省と英国デジタル・文化・メディア・スポーツ省(DCMS)との電気通信分野での協力に関する覚書(MoU)の締結を承認した。

3.3.2. 電気通信 (Telecommunication) への投資

2022年1月、GoogleがIndia Digitization Fundを通じてAirtelへ10億米ドルの投資を行った。

英国の衛星通信事業者Inmarsat Holdings Ltdが、外国事業者で初めて、インドで航空機および船舶への高速ブロードバンド販売を認められたと発表した。Inmarsatは、Bharat Sanchar Nigam Ltd. (BSNL)が電気通信局からライセンスを受けた後に、同社経由で市場にアクセスする。

Dixon Technologiesが、通信PLIスキームに基づき20億ルピー(2669万米ドル)を投資する計画を発表した。この投資には、Bhartiグループの製造部門の買収費用が含まれる予定である。

2021年9月、Bharti Airtelが、国内外の顧客の需要に対応するため、自社データセンターの拡張に500億ルピー(6億7300万米ドル)を投資することを発表した。

Tataグループ企業のNelcoは、カナダ企業TelesatのLight speedブランド名での高速衛星ブロードバンドサービスをインドで立ち上げるための商業協定の締結に向け、Telesatと交渉中であることを発表した。これにより、両社の結合企業は、Bharti Enterprisesが支援するOneWeb、イーロン・マスクのSpaceX、そしてAmazonに対抗することになる。

第 II 部：調査手法

1. 調査範囲

本調査の範囲は以下の通りである。

- 特許および非特許文献のサーチ期間：過去 5 年間（特許では、最も早い優先日が考慮される）
- 優先権主張国がインドの特許
- インド発明人／出願人と共同の外国発明人／出願人のインド特許（インド発明人／出願人の住所、国コードが IN である特許に限る）
- 検討された国：サーチについては制限なし。ただし、比較研究のため、科学文献については US、EU、JP、CN および KR を検討した。

2. 使用データベースと検索式

特許文献調査は Orbit を使用し、非特許文献調査（科学論文調査）は Lens.org を使用した。

2.1. 特許文献調査の検索式

Patents:

Orbit search strings:

Search codes definition in Orbit:

Title = TI

Title/Abstract = TI/AB

Earliest priority date = EPRD

Earliest priority country = EPRC

Assignee country = COUNTRY/PAAD

IPC or CPC = IPC/CPC

検索式：

1. IN patents with priority country as IN for last 5 years (from Jan 01, 2017) in ICT tech

L1: Title/Abstract & Class code combination

((information 2D communication) OR “ICT” OR Radio OR television OR ((cell+ OR mobile+ OR smart+ OR tele+ OR landline+) 2D phone+) OR computer+ OR satellite+ OR robot+ OR telecommunication+ OR telephone+ OR cellular OR Smartphone+ OR broadcast+ OR (wireless 2D (network+ OR signal+)) OR (landline 2D telephone+) OR (computer+ 2D network+) OR “LAN” OR (Local D area D network) OR “WAN” OR (wide D area D network) OR (wire+ 2D network+) OR (ethernet 2D cabl+) OR (digital 2D communication+) OR cellular OR Bluetooth OR router+ OR (wireless D access) OR “IoT” OR (Internet 3D things) OR (3+ D Printing) OR “AR” OR “VR” OR (augment+ D real+) OR

(virtual+ D real+) OR gaming OR “5G” OR “AI” OR (artificial D intelligenc+) OR ((machine+ OR deep+) 2D learn+) OR ((online OR Internet+) 2D shopping) OR Telemedicine OR Drone+ OR Cloud+ OR Blockchain+ OR (block 1D chain+) OR ((online OR internet OR Mobile OR digital) 2D banking) OR (instant D pay+) OR “e-commerce” OR (voice D assistant+) OR ((mobile+ OR phone+ OR computer+ OR "PC") 2D application) OR (remote 2D monitor+) OR (wire+ 2D track+) OR (Automated D navigation)))/TI/AB AND ((G16+ OR G06F+ OR G06K+ OR G06Q+ OR G06N+ OR H04B+ OR H04H+ OR H04J+ OR H04K+ OR H04L+ OR H04N+ OR H04M+ OR H04T+ OR H04W+))/IPC/CPC AND (EPRD >= 2017-01-01 AND (IN)/EPRC) → 12,672 patent families

L2: Title based search (without Abstract & Class code combination)

((information 2D communication) OR “ICT” OR Radio OR television OR ((cell+ OR mobile+ OR smart+ OR tele+ OR landline+) 2D phone+) OR computer+ OR satellite+ OR robot+ OR telecommunication+ OR telephone+ OR cellular OR Smartphone+ OR broadcast+ OR (wireless 2D (network+ OR signal+)) OR (landline 2D telephone+) OR (computer+ 2D network+) OR “LAN” OR (Local D area D network) OR “WAN” OR (wide D area D network) OR (wire+ 2D network+) OR (ethernet 2D cabl+) OR (digital 2D communication+) OR cellular OR Bluetooth OR router+ OR (wireless D access) OR “IoT” OR (Internet 3D things) OR (3+ D Printing) OR “AR” OR “VR” OR (augment+ D real+) OR (virtual+ D real+) OR gaming OR “5G” OR “AI” OR (artificial D intelligenc+) OR ((machine+ OR deep+) 2D learn+) OR ((online OR Internet+) 2D shopping) OR Telemedicine OR Drone+ OR Cloud+ OR Blockchain+ OR (block 1D chain+) OR ((online OR internet OR Mobile OR digital) 2D banking) OR (instant D pay+) OR “e-commerce” OR (voice D assistant+) OR ((mobile+ OR phone+ OR computer+ OR "PC") 2D application) OR (remote 2D monitor+) OR (wire+ 2D track+) OR (Automated D navigation)))/TI AND (EPRD >= 2017-01-01 AND (IN)/EPRC) → 7,408 patent families

L3: L1 OR L2 → 11,520 patent families

L4: (G16+)/IPC/CPC AND (EPRD >= 20170101 AND (IN)/EPRC) → 2,451 patent families

L5: L3 OR L4 → 12,680 patent families

2. IN patents without restricting to priority country code as IN.

Inventor/applicant address & Country code is selected for IN, to retrieve IN patents from either IN inventors/applicants, or from foreign inventors/applicants in combination with IN inventors/applicants.

L6: Title/Abstract & Class code combination

((information 2D communication) OR “ICT” OR Radio OR television OR ((cell+ OR mobile+ OR smart+ OR tele+ OR landline+) 2D phone+) OR computer+ OR satellite+ OR

robot+ OR telecommunication+ OR telephone+ OR cellular OR Smartphone+ OR broadcast+ OR (wireless 2D (network+ OR signal+)) OR (landline 2D telephone+) OR (computer+ 2D network+) OR "LAN" OR (Local D area D network) OR "WAN" OR (wide D area D network) OR (wire+ 2D network+) OR (ethernet 2D cabl+) OR (digital 2D communication+) OR cellular OR Bluetooth OR router+ OR (wireless D access) OR "IoT" OR (Internet 3D things) OR (3+ D Printing) OR "AR" OR "VR" OR (augment+ D real+) OR (virtual+ D real+) OR gaming OR "5G" OR "AI" OR (artificial D intelligenc+) OR ((machine+ OR deep+) 2D learn+) OR ((online OR Internet+) 2D shopping) OR Telemedicine OR Drone+ OR Cloud+ OR Blockchain+ OR (block 1D chain+) OR ((online OR internet OR Mobile OR digital) 2D banking) OR (instant D pay+) OR "e-commerce" OR (voice D assistant+) OR ((mobile+ OR phone+ OR computer+ OR "PC") 2D application) OR (remote 2D monitor+) OR (wire+ 2D track+) OR (Automated D navigation)))/TI/AB AND ((G16+ OR G06F+ OR G06K+ OR G06Q+ OR G06N+ OR H04B+ OR H04H+ OR H04J+ OR H04K+ OR H04L+ OR H04N+ OR H04M+ OR H04T+ OR H04W+))/IPC/CPC AND (IN)/PN AND (EPRD >= 2017-01-01 AND (COUNTRY/PAAD=IN)) → 812 patent families

L7: Title based search (without Abstract & Class code combination)

((information 2D communication) OR "ICT" OR Radio OR television OR ((cell+ OR mobile+ OR smart+ OR tele+ OR landline+) 2D phone+) OR computer+ OR satellite+ OR robot+ OR telecommunication+ OR telephone+ OR cellular OR Smartphone+ OR broadcast+ OR (wireless 2D (network+ OR signal+)) OR (landline 2D telephone+) OR (computer+ 2D network+) OR "LAN" OR (Local D area D network) OR "WAN" OR (wide D area D network) OR (wire+ 2D network+) OR (ethernet 2D cabl+) OR (digital 2D communication+) OR cellular OR Bluetooth OR router+ OR (wireless D access) OR "IoT" OR (Internet 3D things) OR (3+ D Printing) OR "AR" OR "VR" OR (augment+ D real+) OR (virtual+ D real+) OR gaming OR "5G" OR "AI" OR (artificial D intelligenc+) OR ((machine+ OR deep+) 2D learn+) OR ((online OR Internet+) 2D shopping) OR Telemedicine OR Drone+ OR Cloud+ OR Blockchain+ OR (block 1D chain+) OR ((online OR internet OR Mobile OR digital) 2D banking) OR (instant D pay+) OR "e-commerce" OR (voice D assistant+) OR ((mobile+ OR phone+ OR computer+ OR "PC") 2D application) OR (remote 2D monitor+) OR (wire+ 2D track+) OR (Automated D navigation)))/TI AND (IN)/PN AND (EPRD >= 2017-01-01 AND (COUNTRY/PAAD=IN)) → 396 patent families

L8: L6 OR L7 → 686 patent families

L9: (G16+)/IPC/CPC AND (IN)/PN AND (EPRD >= 20170101 AND (COUNTRY/PAAD=IN)) → 308 families

L10: L8 OR L9 → 1,073 families

L11: L3 NOT L8 → 10,863 patent families

L12: L5 OR L10 → 15,382 Patent families

Classification codes considered for the patent searches and their definitions are provided below:

(G16+ OR G06F+ OR G06K+ OR G06Q+ OR G06N+ OR H04B+ OR H04H+ OR H04J+ OR H04K+ OR H04L+ OR H04N+ OR H04M+ OR H04T+ OR H04W+)

Definitions:

G16 INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY [ICT] SPECIALLY ADAPTED FOR SPECIFIC APPLICATION FIELDS

G16B BIOINFORMATICS,
i.e. INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY [ICT] SPECIALLY ADAPTED FOR GENETIC OR PROTEIN-RELATED DATA PROCESSING IN COMPUTATIONAL MOLECULAR BIOLOGY

G16C COMPUTATIONAL CHEMISTRY; CHEMOINFORMATICS; COMPUTATIONAL MATERIALS SCIENCE

G16H HEALTHCARE INFORMATICS,
i.e. INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY [ICT] SPECIALLY ADAPTED FOR THE HANDLING OR PROCESSING OF MEDICAL OR HEALTHCARE DATA

G16Y INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY SPECIALLY ADAPTED FOR THE INTERNET OF THINGS [IoT]

G16Z INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY [ICT] SPECIALLY ADAPTED FOR SPECIFIC APPLICATION FIELDS, NOT OTHERWISE PROVIDED FOR

G06
COMPUTING; CALCULATING; COUNTING

G06F
ELECTRIC DIGITAL DATA PROCESSING (computer systems based on specific computational models G06N)

G06K GRAPHICAL DATA READING (image or video recognition or understanding G06V); PRESENTATION OF DATA; RECORD CARRIERS; HANDLING RECORD CARRIERS

G06Q DATA PROCESSING SYSTEMS OR METHODS, SPECIALLY ADAPTED FOR ADMINISTRATIVE, COMMERCIAL, FINANCIAL, MANAGERIAL, SUPERVISORY OR FORECASTING PURPOSES; SYSTEMS OR METHODS SPECIALLY ADAPTED FOR ADMINISTRATIVE, COMMERCIAL, FINANCIAL, MANAGERIAL, SUPERVISORY OR FORECASTING PURPOSES, NOT OTHERWISE PROVIDED FOR

G06N
COMPUTING ARRANGEMENTS BASED ON SPECIFIC COMPUTATIONAL MODELS

H04 ELECTRIC COMMUNICATION TECHNIQUE

H04B TRANSMISSION

H04H BROADCAST COMMUNICATION (multiplex communication H04J; pictorial communication aspects of broadcast systems H04N)

H04J MULTIPLEX COMMUNICATION (transmission in general H04B; peculiar to transmission of digital information H04L5/00; systems for the simultaneous or sequential transmission of more than one television signal H04N7/08; in exchanges H04Q11/00; stereophonic systems H04S)

H04K SECRET COMMUNICATION; JAMMING OF COMMUNICATION

H04L TRANSMISSION OF DIGITAL INFORMATION, e.g. TELEGRAPHIC COMMUNICATION (arrangements common to telegraphic and telephonic communication H04M)

H04M TELEPHONIC COMMUNICATION (circuits for controlling other apparatus via a telephone cable and not involving telephone switching apparatus G08)

H04N PICTORIAL COMMUNICATION, e.g. TELEVISION

H04T INDEXING SCHEME RELATING TO STANDARDS FOR ELECTRIC COMMUNICATION TECHNIQUE (CLASS H04)

H04W
WIRELESS COMMUNICATION NETWORKS (broadcast communication H04H; communi

cation systems using wireless links for non-selective communication, e.g. wireless extensions H04M1/72)

2.2. 非特許文献（科学論文）調査の検索式

非特許文献（科学論文）調査は無料ツール Lens.org を用いて行い、2万7500件が検索された。関連性のある文献の迅速な特定には、デスクトップテキストマイニングツールの VantagePoint を使用した。

非特許文献（科学論文）調査は、特定の刊行物の制限なく Lens.org で行った。今回の調査では、インパクトファクターが1~38.8の論文集を検索した。サンプルとなる雑誌には、Foundations and Trends® in Machine Learning（インパクトファクター38.8）、IEEE Wireless Communications（インパクトファクター12.8）、IEEE Transactions on Fuzzy Systems（インパクトファクター12.3）、IEEE Transactions on Industrial Informatic（インパクトファクター11.7）、IEEE Journal on Selected Areas in Communications（インパクトファクター13.1）、IEEE Communications Magazine（インパクトファクター9.7）、IEEE Internet of Things Journal（インパクトファクター9.5）、IEEE Systems Journal（インパクトファクター4.8）、IEEE Robotics and Automation Letters（インパクトファクター4.3）、EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking（インパクトファクター2.5）などがある。

検索式：

Query: Title: ("information and communication technology") OR (Title: ICT OR (Title: IoT OR (Title: ("internet of things") OR (Title: telecommunication OR (Title: ("artificial intelligence") OR (Title: ("Machine Learning") OR (Title: ("cloud computing") OR (Title: blockchain OR (Title: robotics OR (Title: ("3D printing") OR (Title: ("mobile banking") OR (Title: ("digital banking") OR (Title: ("instant pay") OR (Title: telemedicine OR (Title: e-commerce OR (Title: ("automated navigation") OR (Title: 5G OR (Title: ("virtual reality") OR (Abstract: ("information and communication technology") OR (Abstract: ICT OR (Abstract: IoT OR (Abstract: ("internet of things") OR (Abstract: telecommunication OR (Abstract: ("artificial intelligence") OR (Abstract: ("Machine Learning") OR (Abstract: ("cloud computing") OR (Abstract: blockchain OR (Abstract: robotics OR (Abstract: ("3D printing") OR (Abstract: ("mobile banking") OR (Abstract: ("digital banking") OR (Abstract: ("instant pay") OR (Abstract: telemedicine OR (Abstract: e-commerce OR (Abstract: ("automated navigation") OR (Abstract: 5G OR Abstract: ("virtual reality"))
Filters: Published Year from = 2017, Publication Type, Institution Country/Region

第 III 部：インドと主要国とのオープンイノベーション

1. Internet of Things (IoT)

1.1. IoT 分野概況

デジタル面で急速な発展を遂げているインドは、IoT が原動力となるであろうデジタル革命の入口にいる。これは、インターネット普及率の向上に加え、デジタル面で発展した国を上昇するために政府の介入が増したことによっても支えられている。FutureIoT の報告によると、2020 年のインドの IoT 市場は 49.8 億米ドル規模だったが、2025 年までに 92.8 億米ドル規模に達すると予想されている。また、Markets and Markets の報告では、世界の IoT サービス市場は、2020 年の 1392.4 億米ドル規模から 2025 年には 3811.6 億米ドル規模に広がると予想されている。

Internet of Things (モノのインターネット) を表す IoT は、埋め込まれたインターネットを通じて自らの内部の状態や外部の環境と通信し交流する物理的なモノのネットワークである。これにより、インターネットを通じて我々の周りの IoT 端末を制御したり、自動化を可能にすることが容易になる。

IoT は多くの分野を揺るがしており、最も有名な分野としてはホーム・オートメーションなどが挙げられる。IoT はホーム・オートメーションにおけるデジタル化の波を牽引していて、多くの人々が、Amazon の Echo、Google の Alexa や、他の一般的なスマート・端末（スマートリモコン、スマート照明、スマートドアベル、エアコン用スマートリモコンなど）といった国際企業のスマート製品を導入したスマート・ホームに心が傾いている。IoT が揺るがす産業には、他にも製造業、ヘルスケア、農業などがある。

スマート・マニュファクチャリング、インダストリー4.0、スマート・シティなどの取組に関心が集まる中、インドは、世界でも引く手あまたの IoT エコシステムになることが予想される。人口が 14 億を超えるインドは、複数の国際企業にとって望ましい投資ハブとなっているようで、これらの企業がインドで連携と投資を行っている。以下に続くセクションでは、IoT 分野でインド企業と連携し投資している欧米企業について詳しく調査する。

米国からの投資

インドは、製造、サービス、コンピューター・ソフトウェアおよびハードウェアなど複数の部門において、外国投資に好ましい国として急速に頭角を現している。DPIIT（産業国内取引促進局）のデータによると、シンガポールが株式流入の 27% を占めるトップ投資国で、それに続いて米国が 21% を占める。

この面において、米国企業の多くが、AI（人工知能）や IoT（モノのインターネット）などの分野での投資とインド企業との連携に強い意欲を示している。ごく最近、米国を拠点とするベンチャーキャピタル企業 Celesta Capital が、現在総額およそ 11 億米ドルの自社ポートフォリオのうち、インドのポートフォリオが占める割合を 15% から 25% 以上に引き上げると発表

した。同社の主な注力分野の一つが、IoTなどのトランスフォーメーション技術である。また、インドへの投資が大幅に増えている理由は、人材基盤、市場、そして米国とインド間の非常に強い相乗効果である。

さらに、米国を拠点とする投資企業の **Dragoneer Investment Group** と **Brookfield Growth** が、インドのスタートアップ企業 **Facilio** へ 3500 万米ドルを投資した。**Facilio** は不動産業にデジタル技術を組み込む不動産テック企業で、IoT と ML を活用して、商業不動産向けにビルの運営、メンテナンス、持続可能性の管理をサポートする。

また、ベンチャーキャピタルや株式投資会社以外にも、多くの米国企業がインドへの投資とインド企業との連携に関心を示している。**Microsoft** は、インド・ハイデラバードにデータセンターを開設することを発表した。**Microsoft News Center India** の記事によると、**Microsoft** のデータセンターがあるインドの地域では、2016 年から 2020 年の間に 95 億米ドルの収益が経済に寄与された。**Microsoft** は、IoT と AI を使った旅行およびホスピタリティ製品の共同開発に向けた複数年の戦略契約で、インドの **Oyo** に 500 万米ドルの投資も行っている。

その他の注目すべき投資とインドとの連携イニシアチブは、デジタル・インドの促進により **Google** が **Reliance Jio** へ行った 45 億米ドルの投資である。**Google** は **Jio** と協力して、新しい安価な **Android** スマートフォンを作る予定である。**Vodafone Idea Limited (Vi)** は、将来的に可用性と拡張性の高い世界屈指の接続性を体験し、クラウド、IoT および 5G の恩恵を得るための 5G ソリューションに向け、米国を拠点とする **Ciena** と提携したと発表した。

欧州からの投資

DPIIT のデータによると、インドへの投資を行っている欧州の国は英国とドイツの二国である。英国の投資額は 2019 年度の 14 億米ドルからわずかに上昇し、2021 年度には 16 億米ドルとなった。一方ドイツは、2019 年度に 4 億 8800 万米ドルを投資し、2021 年度にはその額を 7 億 2800 万米ドルへ引き上げた。

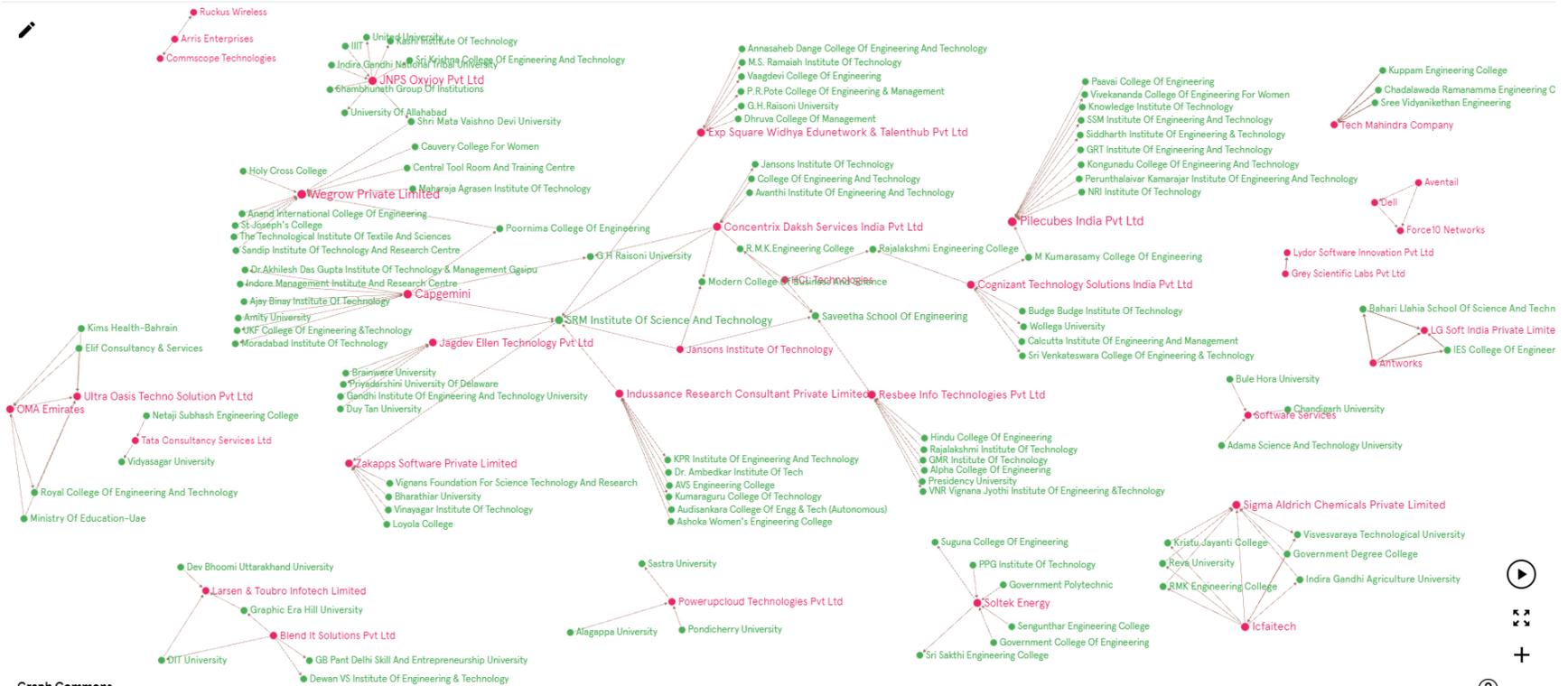
欧州からの主な投資には、次のようなものがある。テクノロジーとサービスを提供するドイツの大手企業 **Bosch** は、自動車技術とデジタルモビリティの分野でインドへ 3 億米ドル超を投資すると述べた。また、同社は、個人向けコネクテッド・モビリティのデジタルプラットフォーム上で提供する製品を通じて、モビリティの情勢において自社の役割を強めるため、ディープレック・スタートアップ企業 **Zeliot** の株式を 14% 取得した。

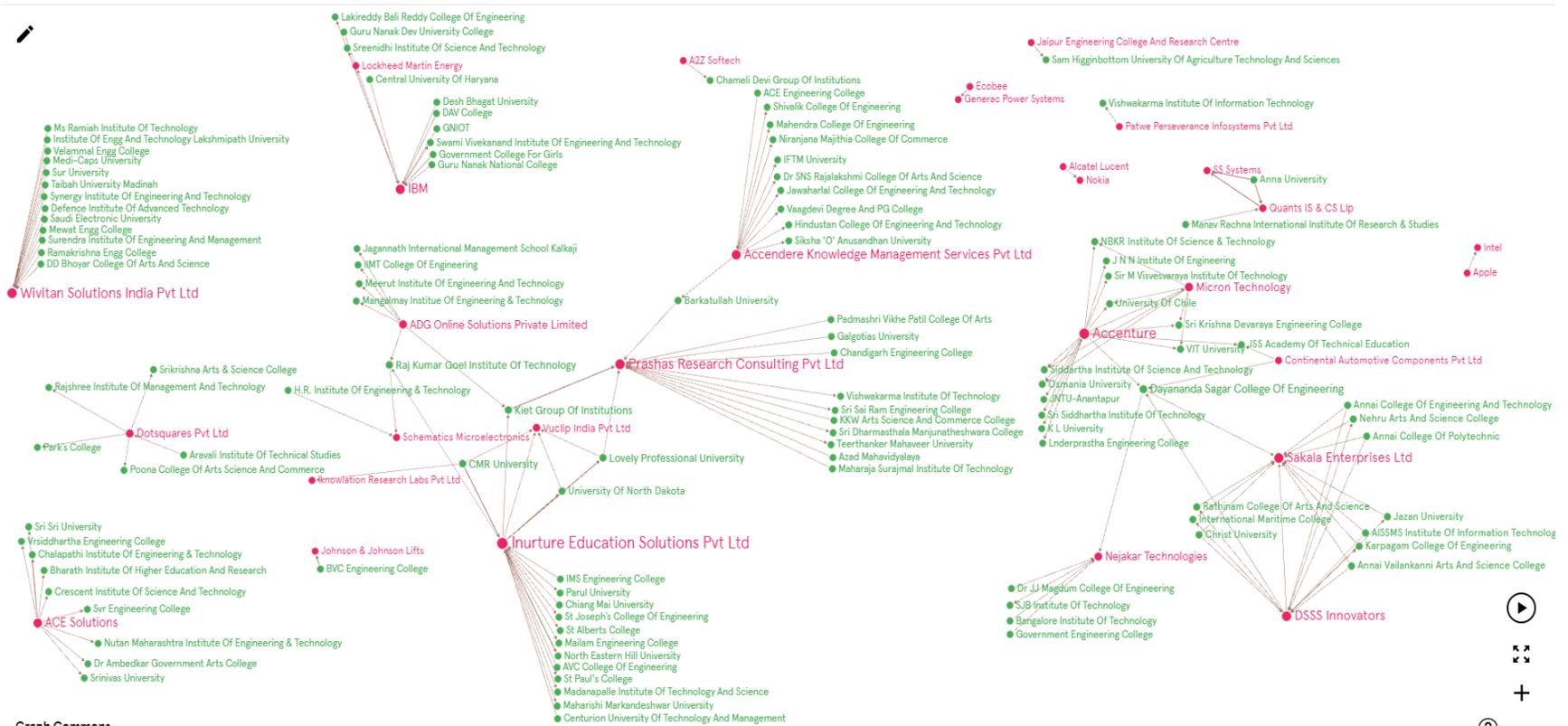
モノのインターネット (IoT) 企業 **Skylo** は、インドでのソリューションに関して、衛星通信企業の **Inmarsat** と提携した。**Inmarsat** の衛星通信接続を備えた **Skylo** の IoT ソリューションが、BSNL 経由で提供されており、提携拡大も計画されている。

1.2. インドと主要国の共同研究の実態

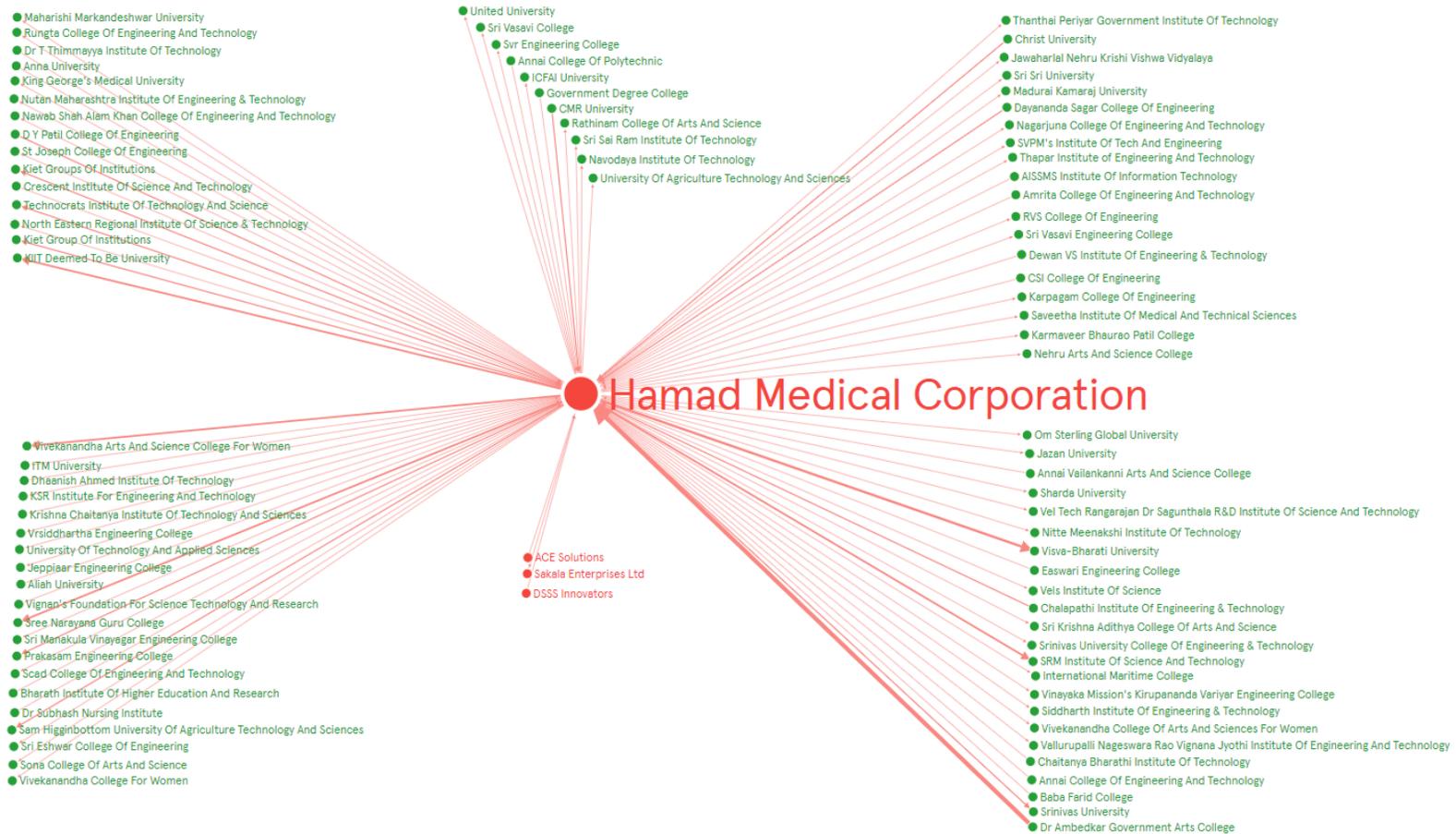
1.2.1. 共同特許出願から把握される連携状況

以下のネットワークグラフは、共同特許出願に基づき、インドの企業・大学と連携している各国企業・大学を示したものである。企業名は赤字で、大学名は緑字で示されている。エッジの厚みは特許件数の多さを示す。





特に、Hamad Medical Corporation 社は多くのインドの大学と連携を行っていることが判明したため、特に以下に同社とインドの大学との連携ネットワーク図を掲載する。

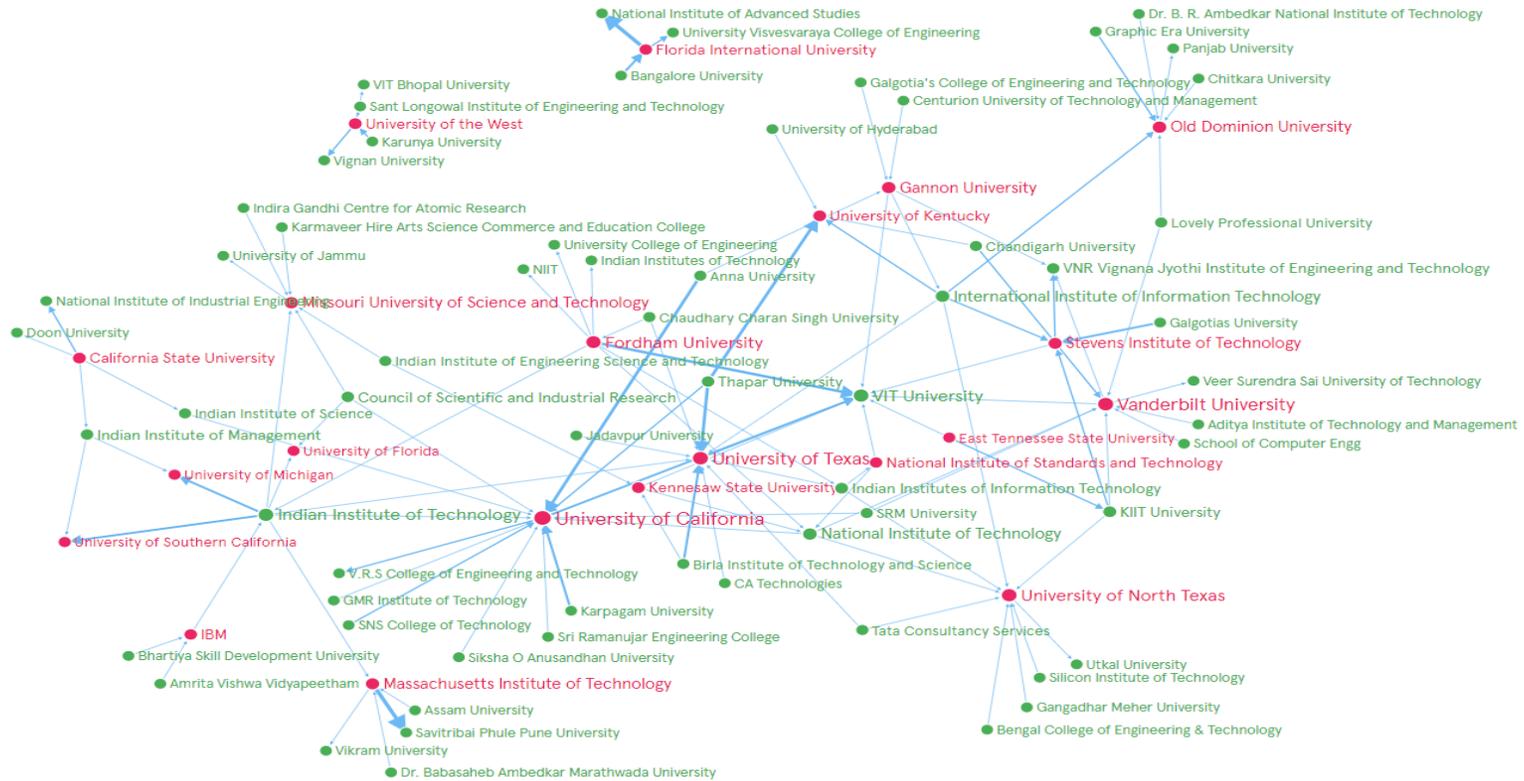


1.2.2. 共著論文から把握される連携状況

以下のネットワークグラフは、共著論文に基づき、インドの企業・大学・研究機関と連携している米国・欧州・中国・韓国・日本の企業・大学・研究機関を示したものである。エッジの厚みは共著論文数の多さを示す。

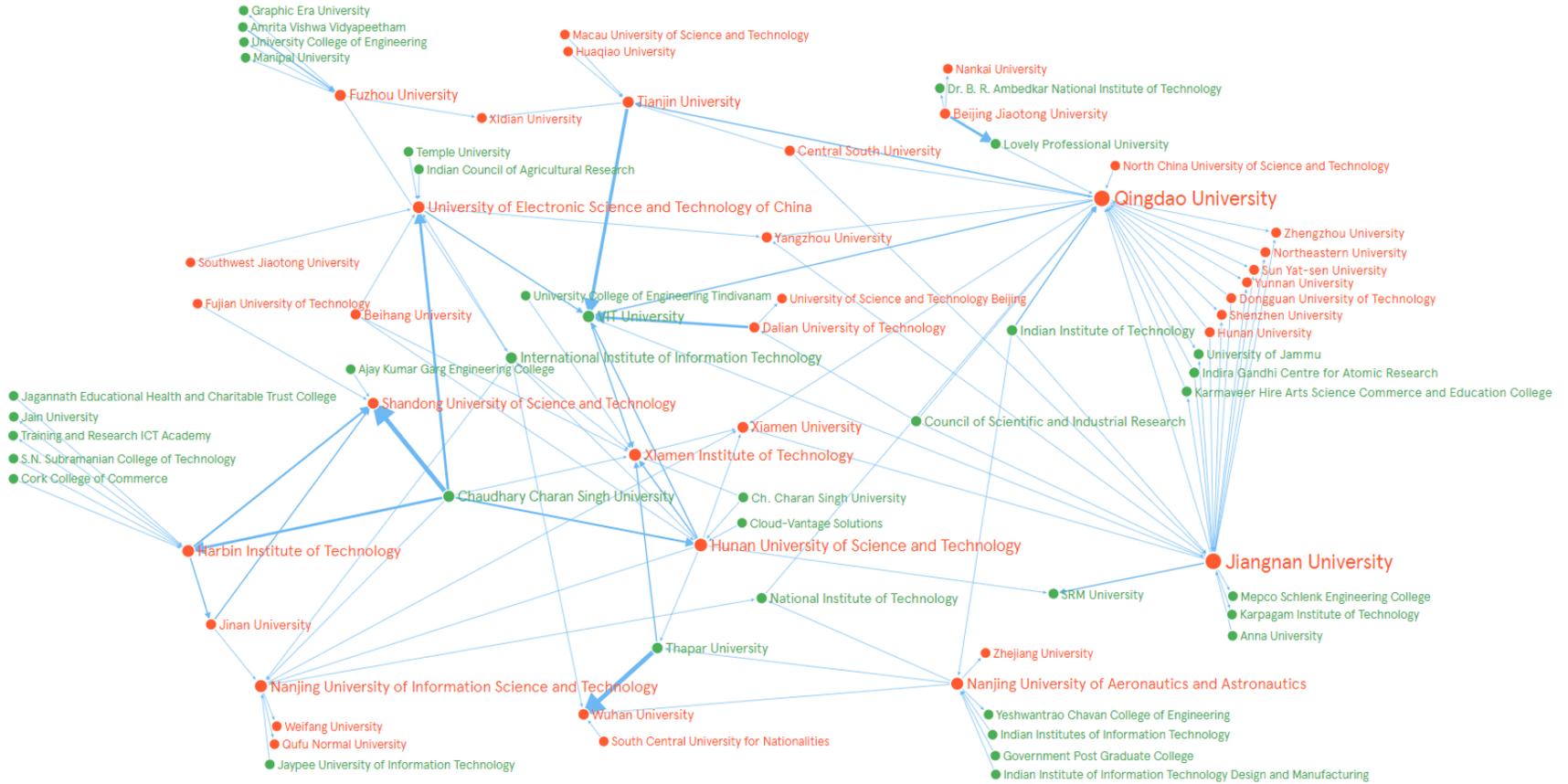
米国

米国企業・大学・研究機関は赤色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



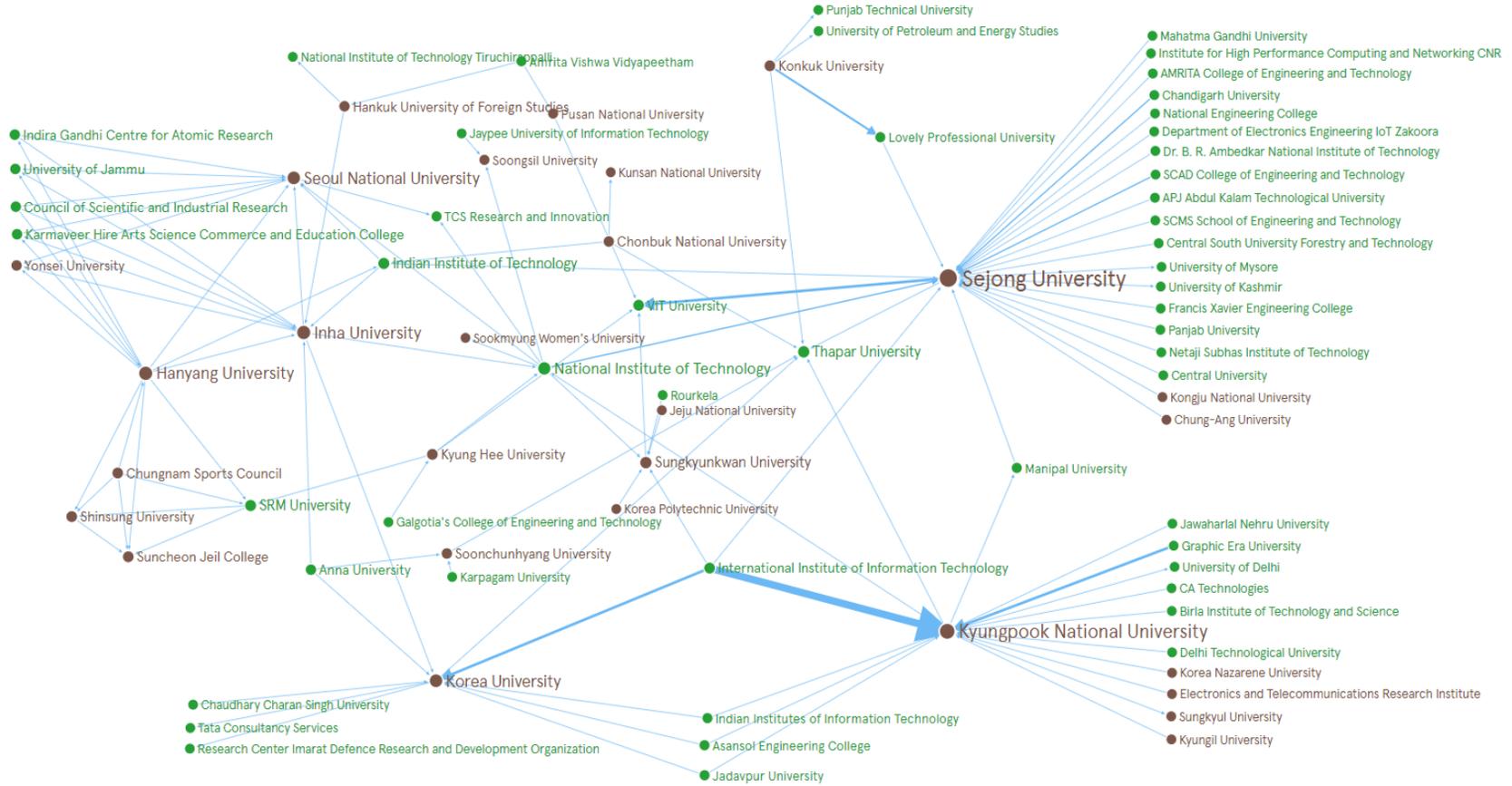
中国

中国企業・大学・研究機関はオレンジ色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



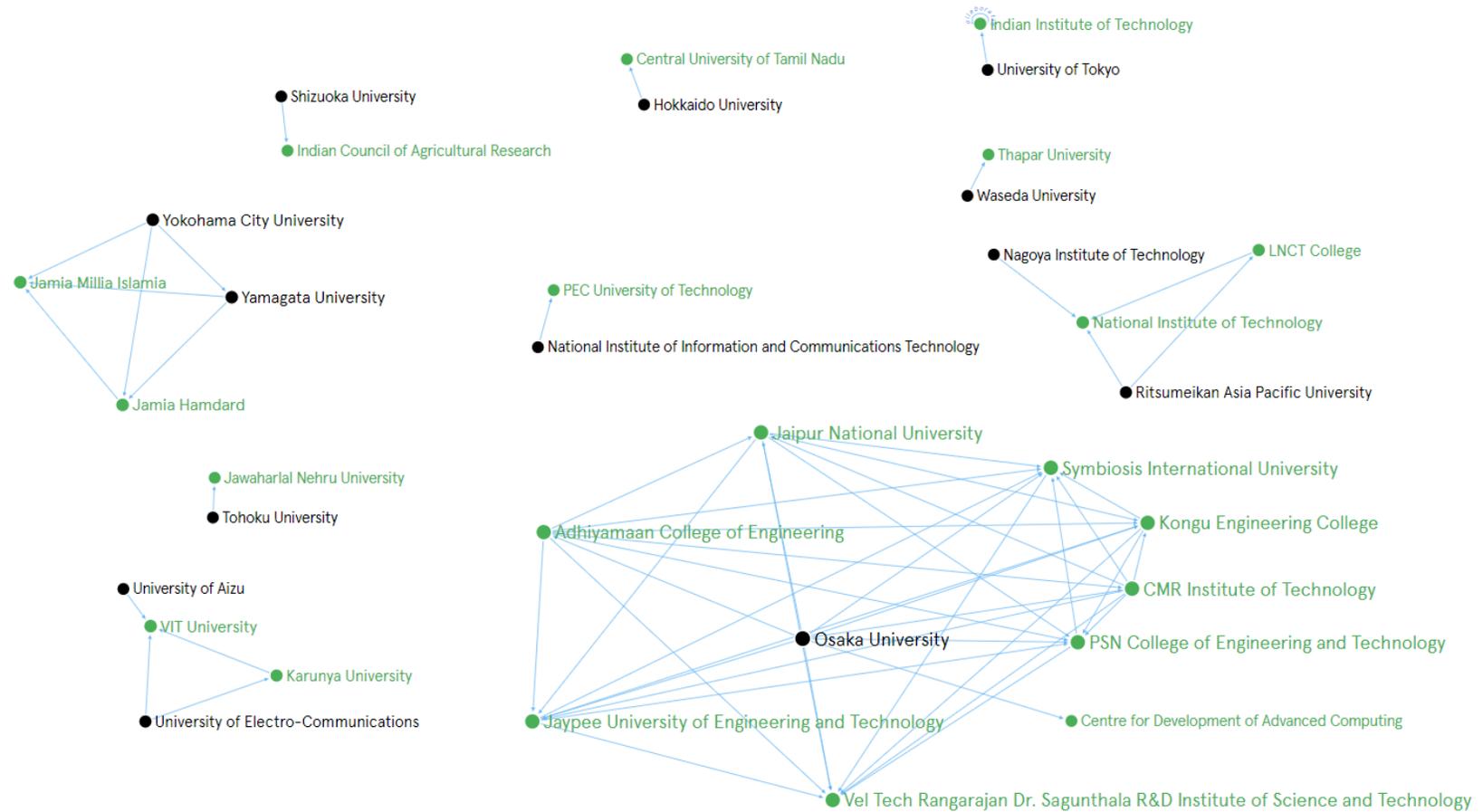
韓国

韓国企業・大学・研究機関は茶色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



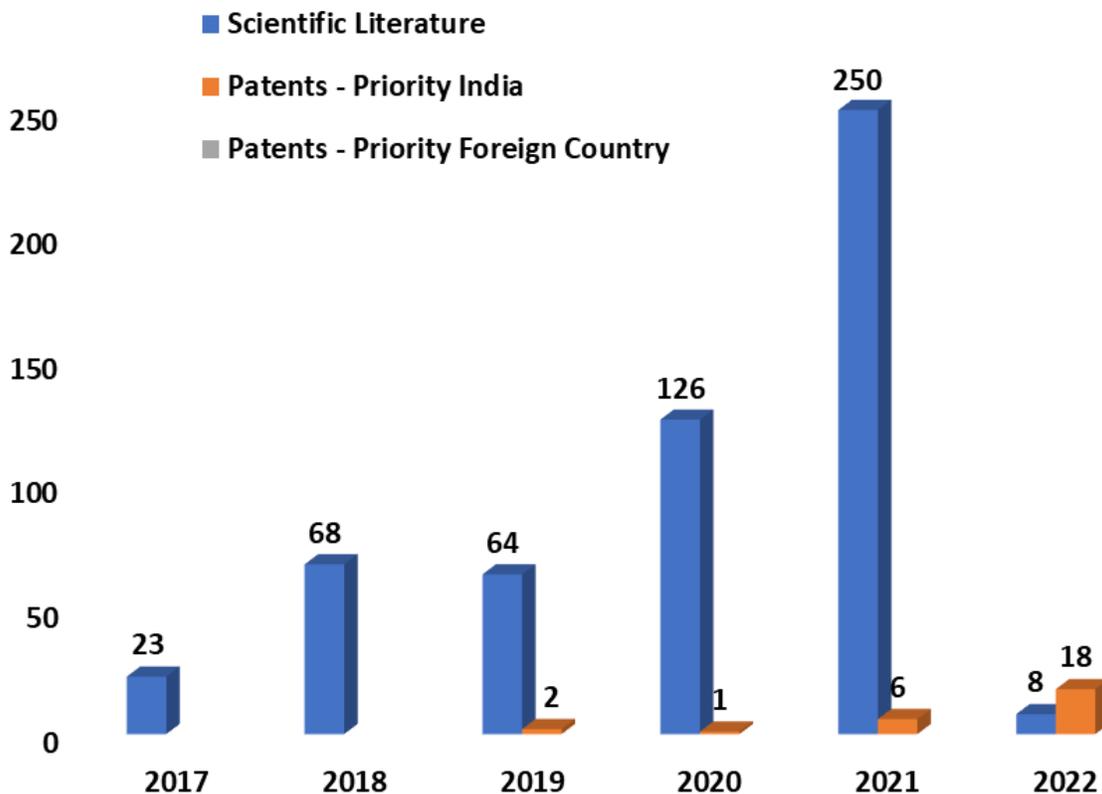
日本

日本企業・大学・研究機関は黒色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



1.2.3. 共同研究の成果の扱い

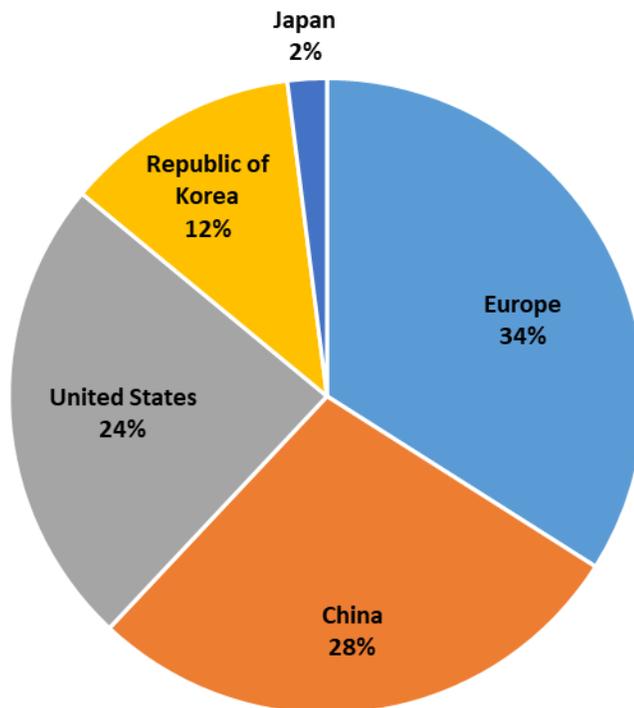
下のグラフは、外国とインドで連携が行われている特許出願のうち、インドを優先権主張国としてインドへ出願されたもの、外国を優先権主張国としてインドへ出願されたもの、外国とインドの共著論文の件数、を比較したものである。このグラフから、共同研究の成果として多くの共著論文が作成されている一方で、当該成果はインドへの出願という形には結実していないことが明らかになった。



この点について、さらなる調査は必要であるが、多国籍企業の知財部門を勤めた有識者によれば、特許共同出願は、連携で生まれた知財の商用化の過程で当事者間の利益相反につながる可能性があるため、多国籍企業は総じてこれを避け、一方で、多国籍企業は通常、商用化の権利を取得し、相手方に自身の名前で特許を出願することを認める傾向があるところ、中小スタートアップ企業が特許権を行使することは実際には難しく、そのため特許出願をするケースが少ないことが理由としてあるのではないかと述べた。

1.2.4. 日本と主要国との比較

多くの外国企業・大学・研究機関はインド企業・大学・研究機関と連携し、当該分野において相当数の共同特許出願と共著論文を発行している。以下の円グラフは、共同特許出願と共著論文の合計件数について、日本と、米国、欧州、中国、韓国とを比較した結果である。



インドと外国の共同特許出願と共著論文の総数に占める割合のうち、34%が欧州との連携によるもので、その後に中国（28%）と米国（24%）そして韓国（12%）が続く。日本との連携はわずか2%である。

1.2.5. 参考情報：具体的な連携事例（連携主体／研究内容／研究者）

1.2.5.1. 特許出願情報に基づく、外国企業とインドの連携

外国企業	インド研究機関	研究
Accenture	J N N Institute Of Engineering	前述の受託人は、主に、土壌条件監視用 IoT ロボット車で可能となる、マルチセンサー融合を使ったロボット車の設計に注力した。受託人は、上記センサーで収集され、集中型サーバーに読み込まれているデータから土壌情報を推定する IoT モデルとしても知られる、訓練されたアンサ
	K L University	
	Micron Technology	
	NBKR Institute Of Science & Technology	

	Osmania University	ンブル機械学習モデルを開発した。異なる土壌で収集されたデータはまずカテゴリーに分けられ、アンサンブル IoT モデルを訓練するために用いられる。モデルが訓練されると、信頼性のある予測モデルとして運用することができる。また、畳み込みニューラルネットワーク、サポートベクターマシン、線形回帰および k 平均法の組み合わせを上述のアンサンブル IoT モデルに採用することにも言及した。
Capgemini	Dr.Akhilesh Das Gupta Institute Of Technology & Management Ggsipu	前述の受託人は、主に、ナビゲーションモジュールなどのセンサーが、車両の監視を容易にする GPS に与える事故の危険性を下げるため、モノのインターネット (IoT) 、センサーおよび画像処理に基づく車両追跡・カウントシステムに取り組んだ。
	G H Raisonni University	
	Indore Management Institute And Research Centre	
	Moradabad Institute Of Technology	
	Poornima College Of Engineering	
Hamad Medical Corporation	CMR University	前述の受託人は、IoT および AI ベースの農業用自律型マルチタスクロボットに取り組んだ。これには、効率を上げることで節約と業務の簡素化を助ける機械学習と、自律型農業システムを構築するための物理的 端末とシステムおよびソフトウェアが使われている。モノのインターネット (IoT) に基づいて稼働し、事業の成長を支援する非常に大きな可能性をもたらす。気候変動によって既に逼迫している天然資源への需要が増え、農産物が減少し、人々が生きていくために必要な食料を得ることが益々難しくなっている中で、この技術は、中国やインドのような国では特に、長期的な繁栄をもたらすものである。このマルチタスクシステムは、IoT 技術の使用を通じて、農業を向上させることができる。
	Chaitanya Bharathi Institute Of Technology	
	Anna University	

	Amrita College Of Engineering And Technology	<p>前述の受託人は、機械学習を使った IoT および AI に基づく、ヘルスケア管理のための血液検査結果による肝疾患の発見と防止に向けた開発を行った。個人が肝疾患を発症するリスクを判断しやすくし、IoT および機械学習アルゴリズムを使って最終結果で最も正確な推定値を出す。精度の高いモデルと、ユーザーに自身の血液検査のデータを入力するよう促し、肝疾患を発症するリスクがあるかを判断するシステムも開発され、このシステムも最終的に正確な結果を出す。</p>
	Baba Farid College	<p>前述の受託人は、機械学習アルゴリズムを使った IoT および AI ベースの、IoT センサーネットワークでのセキュリティ攻撃の防止と検知に取り組んだ。なぜなら、認証、機密性およびプライバシーは IoT に関連する問題のほんの一部に過ぎないからである。IoT は様々なサイバー攻撃を受けやすいことから、犯罪者の格好の標的となっている。このため、こういった問題を解決するためには、ネットワークの異常検出などの対策が必要である。攻撃を常に防止することはできないが、効果的に防御するには攻撃の早期発見が求められる。IoT 端末が利用できるストレージ容量と処理能力が限られるため、ハイエンドのセキュリティソリューションは IoT システムに最適というわけではない。IoT 端末が人の手を介さずに接続された状態でいられる時間は長くなっている。</p>
IBM	Lakireddy Bali Reddy College Of Engineering	<p>前述の受託人は、主に、機械学習と IoT に基づいて車両用バッテリーの状態をリアルタイムで監視する知的システムに取り組んだ。このシステムは、表示されたパラメーターを監視・保存し、バッテリーの電圧、電流および温度をリアルタイムで提示</p>
	GNIOT University	
	Sreenidhi Institute Of Science And Technology	
	Swami Vivekanand Institute Of Engineering And Technology	

	Desh Bhagat University	する。基幹ネットワークとして使われるワイヤレス監視システムも含まれており、すべての関連するバッテリー連結型センサーから集められた情報は、制御ユニットで分析される。
DSSS Innovators	Annai College Of Engineering And Technology	前述の受託人は、主に、アーユルヴェーダ病院向けの IoT 機器を使用した IAH 廃棄物管理に取り組んでいた。これは、実質的に制御され、閉じられた無菌環境で感染性廃棄物を取り扱い廃棄するための、また、こういった感染性廃棄物を、消毒用液体廃棄物に頼らない固形廃棄物の安全に廃棄可能な、非感染性で無毒の残留物へ変換するためのものである。この技術には廃棄物運搬コンベアも含まれており、システムがさらに処理をするために廃棄物を前もって分解するため、廃棄物を入力領域から廃棄物予備処理機器へ移動させる。予備処理機器から出た分解物と共に廃棄物が予備処理機器に入ると、消毒スプレーが廃棄物に堆積され、消毒液と一緒に回転式ハンマール要素へ移されて、フラグメント消毒液剤が廃棄物微粒子の溶液と消毒液剤に変換される。
	AISSMS Institute Of Information Technology	
	Nehru Arts And Science College	
	Dayananda Sagar College Of Engineering	
	Christ University	

1.2.5.2. 共著論文に基づく、外国企業（米国・欧州・中国・韓国・日本）とインドの連携

外国企業	インド研究機関	研究
IBM	Indian Institute of Technology	IBM と前述の受託人の両者は、様々なセンサーのある IoT 対応スマート・ホームを使った統合的なイベント分割化アプローチおよび日常生活動作（ADL）検知に取り組んだ。利便性、快適さおよび安全を向上させるため、居住者の日常生活動作（ADL）を監視し反応することが期待される。
	Amrita Vishwa Vidyapeetham	IBM と前述の受託人の両者は、サイバーリスク評価枠組み、リスクベクトルおよびリスクランキング処理の包括的分析を発見する IoT サイバーリスクに基づくシステムを開発した。IoT に特化したインパクト

		<p>ファクターで IoT システムに対するサイバーリスクを算出する独自のアプローチが、リスク低下のために考案されている。</p>
	Bhartiya Skill Development University	<p>IBM と前述の受託人の両者は、時間に制約のあるデータ配信や効果的なセンサー睡眠サイクル管理などの革新的サービスとネットワーク機能を提供するため、知的センサーを産業 IoT に展開するための負荷バランススケジューリングの取り組みに注力していた。この状況のサポートには、知的スケジューリングが不可欠である。</p>
Qualcomm	National Institute of Technology	<p>Qualcomm と前述の受託人は、IoT クラウドソーシングシステム向けの予算実現可能性ピア評価メカニズムの取り組みに注力していた。閾値特性を達成する一方で、支払われた合計金額が予算の割当内となるよう、タスクごとに IoT 端末のサブセットを選択することを目指す。</p>
ADS Group	Indian Institute of Technology	<p>ADS Group と前述の受託人の両者は、変化していく供給関係を調査し、自己強制的な予防手段を通じた情報交換と関係レント、リスクと財政的奨励策の共有、そして最後に取引費用理論に関する技術実装をカテゴリー化するため、モノのインターネット (IoT) がサービス化に与える影響について研究した。</p>
Ericsson	Indian Institute of Technology University of Calcutta	<p>Ericsson と前述の受託人の両者は、IoT システムを使った動的な文脈上の目標管理を開発した。ユーザーに目標を提供し、関連する文脈が適切に管理される。これにより、将来のユーザーが自身の目標をより明確に示して、必要なデータを正確に抽出することが容易になる。また、現実的なスマート・シティ使用事例における格子構造の作成とメンテナンスの実演も、実装プロトタイプ経由で行われた。</p>
Atos	Government of Gujarat	<p>Atos と前述の受託人は、ネットワーク型侵入検知システム (NIDS) を提供するための、学習法を使った IoT ベースのセキュリティシステムに取り組んだ。このシステムでは、既存の NIDS 実装ツールとデータベース、および無料でオープンソースのネットワーク・スニффイング・ソフトウェアが利用できる。また、アーキテクチャ、検出方法論、検証戦略、処理された脅威、およびアルゴリズムの展開に関して、IoT の文脈で最先端の NIDS 提案を比較し、従来および機械学習 (ML) NIDS の手法の両方に対応し、今後の方向性を議論する。</p>

1.2.5.3. インドの大学と外国（米国・欧州・中国・韓国・日本）の大学の主要な連携

インドの大学と連携している各国の大学は以下のとおりである。

米国	欧州	中国	韓国	日本
University of California	Near East University	Wuhan University	Sejong University	University of Tokyo
University of Texas	Luleå University of Technology	University of Electronic Science and Technology of China	Kyungpook National University	University of Aizu
Massachusetts Institute of Technology	Polytechnic University of Valencia	Qingdao University	Korea University	Osaka University
University of Kentucky	Queen Mary University of London	Shandong University of Science and Technology	Konkuk University	Yokohama City University
Stevens Institute of Technology	Newcastle University	Tianjin University	Pusan National University	Yamagata University

これらの大学間連携における主な研究テーマは以下のとおりである。

国・地域	外国大学	インド大学	研究
米国	University of California	Anna University	機械学習プロトコルを使った、6G との IoT における衝突のない通信の創出、組み込み型および IoT 端末用のエネルギー効率に優れたコンピューティング、IoT 端末を脅威から守るための監視、IoT ベースの疾病予測ウェアラブルセンサー、および IoT を使ってパーキンソン病患者を支援する
		VIT University	
		Karpagam University	
		V.R.S College of Engineering and Technology	

	Thapar University	ための効率的なロボティクスの創出
University of Texas	Thapar University	産業 IoT 向けの証明書の ない検索可能な公開鍵暗 号化方式、スマート・シ ティサービスとしての大 気管理、消費者向け IoT 製品のセキュリティ、フ ォグ型 IoT ヘルスケアシ ステムのための認証鍵合 意方式、およびスマート IoT 端末向けの機械学習 ベースの軽量認証枠組み
	International Institute of Information Technology	
	Birla Institute of Technology and Science	
	VIT University	
	Indian Institute of Technology	
Massachusetts Institute of Technology	Savitribai Phule Pune University	精密農業用の IoT ベース のシステム、スマート・ シティのための IoT、ス マート・パーキングシ ステム用 IoT 対応センサー ノード
	Vikram University	
	Indian Institute of Technology	
	Dr. Babasaheb Ambedkar Marathwada University	
	Assam University	
University of Kentucky	Thapar University	次世代 IoT アプリケーシ ョン向けの人工知能に基 づくセンサー、IoT およ び身体センサー用 5G ワ イヤレスネットワーク、 産業 IoT 向けのキーワ ード検索を使った証明書の ない公開鍵認証暗号
	International Institute of Information Technology	
	University of Hyderabad	
	Chandigarh University	
Stevens Institute of Technology	Galgotias University	農作物病害監視システム のための IoT ベースのパ ターン認識、IoT モバイ ル・大気汚染監視システ
	VNR Vignana Jyothi Institute of	

		Engineering and Technology	ム、暗号化およびステガノグラフィーを使ったモノのインターネット (IoT) でのデータ保護
		KIIT University	
		International Institute of Information Technology	
		VIT University	
欧州	Near East University	VIT University	スマート・シティでのグリーン IoT 実装のためのエネルギー平衡のクラスタリングプロトコル、スマートな産業アプリケーションシステムにおける IoT-ビッグデータ技術、IoT におけるスマート eヘルスケアシステム向けの認証に基づくプライバシー保護プロトコル、IoT と機械学習を使った乳がん予測における特徴選択および分類、新型コロナウイルス感染の疑いがある人の特定と診断を行うための IoT に基づくヒューマノイドソフトウェア
		University of Petroleum and Energy Studies	
		Guru Gobind Singh Indraprastha University	
		Galgotias University	
		University of Delhi	
Luleå University of Technology	Indian Institute of Technology	Indian Institute of Technology	IoT セキュリティアプリケーション向けのハードウェア費用のかからない D フリップフロップベースの TRNG、IoT 環境での医薬品侵害対策システムのための安全な認証方式、製造ばらつきを利用した IoT セキュリティアプリケーション向けトライステート・フリップフ
		Council of Scientific and Industrial Research	
		Thapar University	

	Manipal University	ロップ PUF の設計、IoT アプリケーション向けの超低電力、再構成可能、耐劣化性 RO PUF
	International Institute of Information Technology	
Polytechnic University of Valencia	Jawaharlal Nehru University	IoT 環境のエネルギー最適化、IoT 向け耐障害性エンベディング、エネルギー認識のための無人航空機の最適飛行時間評価
	Thapar University	
	Indian Institute of Technology	
	Galgotias University	
	Dr. B. R. Ambedkar National Institute of Technology	
Queen Mary University of London	Thapar University	IoT を使ったスマート交通向けの機械学習に基づくリアルタイムくぼみ検出システム、IoT とフォグ・コンピューティングを使ってアルコール依存を予測する機械学習ベースの企業健康情報システム、サービスとして農業を提供する IoT およびクラウドベースの自律システム
	Lovely Professional University	
	Indian Institutes of Technology	
	Indian Institute of Tropical Meteorology	
Newcastle University	International Institute of Information Technology	アルツハイマー病患者の IoT サポートのための深層学習ベースのヘルスケア枠組み、IoT ベースの e ヘルスケアサービス向
	VNR Vignana Jyothi Institute of Engineering and Technology	

		Thapar University	け軽量多人数認証および鍵合意プロトコル
		Pandit Deendayal Petroleum University	
		National Institute of Technology	
中国	Wuhan University	Thapar University	スマート・マニュファクチャリングのための産業IoT、産業IoT向けの証明書のない検索可能な公開鍵暗号化方式
		VIT University	
		International Institute of Information Technology	
		Infinite Bullseye	
	University of Electronic Science and Technology of China	Chaudhary Charan Singh University	産業IoTにおける異種システムのための効率的なプライバシー保護認証プロトコル、スマートヘルスケアIoTシステム上の安全な監視メカニズム、IoT対応スマートグリッドシステム用匿名署名型認証付き鍵交換方式の設計
		VIT University	
		Temple University	
		International Institute of Information Technology	
		Indian Council of Agricultural Research	
	Qingdao University	VIT University	IoTでのエッジ・コンピューティングに基づく海洋深度マッピングアルゴリズム、コネクテッドリビング用Ai対応IoT-エッジデータ解析、6G対応Massive IoT向けビッグデータ解析
		National Institute of Technology	
		Indian Institute of Technology	
		University of Jammu	

		National Institute of Technology (NIT)	
	Shandong University of Science and Technology	Chaudhary Charan Singh University	フォグ型 IoT ヘルスケアシステムのための認証鍵合意方式、6G 対応 IoT ドメイン用ニューラルアーキテクチャ
		Ajay Kumar Garg Engineering College	
	Tianjin University	VIT University	産業 IoT 保護のための扱いやすい UAV 対応電波妨害方式、IoT でのエッジ・コンピューティングに基づく海洋深度マッピング
韓国	Sejong University	VIT University	ドローンによる IoT 環境を使った戦場監視、保健医療サービスにおいてビッグデータを管理するための IoT およびクラウド・コンピューティング、安全な患者情報隠蔽システム、持続可能性の高いスマート・シティ開発のための IoT、IoT 対応の知的精密農業、四肢まひ患者を支援するための IoT を動力とする深層学習脳ネットワーク
		Chandigarh University	
		University of Kashmir	
		International Institute of Information Technology	
		Indian Institute of Technology	
	Kyungpook National University	International Institute of Information Technology	ビッグデータベースのフォグ対応 IoT を使った産業監視、ワイヤレスセンサーネットワーク内の侵入検知プロトコル、今後の IoT アプリケーション
	Graphic Era University		

		Jadavpur University	のための安全な署名型鍵確立方式、効率的なシンクホール攻撃検出メカニズム
		University of Delhi	
		Thapar University	
	Korea University	International Institute of Information Technology	IoT 対応スマートグリッドシステム用署名型認証付き鍵交換方式の設計
		Thapar University	
		Tata Consultancy Services	
		Defense Research and Development Organization	
		Jadavpur University	
	Konkuk University	Lovely Professional University	新型コロナウイルス環境での酸素飽和度監視のための IoT 枠組み、産業 IoT におけるセキュリティ問題
		University of Petroleum and Energy Studies	
		Thapar University	
		Punjab Technical University	
	Pusan National University	VIT University	スマート・シティの IoT ネットワークのための深層学習に基づく検出システム、サイバー・セキュリティのための連合学習
		Amrita Vishwa Vidyapeetham	
日本	University of Tokyo	Indian Institute of Technology	コグニティブ無線センサーネットワークが支援する IoT

	University of Aizu	VIT University	産業 IoT 端末向けの、ブロックチェーンに基づく信頼性が高く効率的な証明書のない署名、クラウドが支援する IoT のための、プライバシーが強化された検索技術
	Osaka University	Jaypee University of Engineering and Technology	農業機械の健康状態を監視するための IoT エッジ端末上の経済データ解析 AI 手法、機械学習を使った胎児心拍データからの胎児の健康管理区分
		Jaipur National University	
		CMR Institute of Technology Centre for Development of Advanced Computing	
		Adhiyamaan College of Engineering	
	Yokohama City University	Jamia Milia Islamia	IoT 向け光発電端末
	Yamagata University	Jamia Milia Islamia	IoT 向け光発電端末

1.2.5.4. 主要な研究機関と研究者

企業

インドで当該分野における特許件数の多い企業は以下のとおりである。

企業	国	特許件数
Samsung Electronics	South Korea	126
Mesbro Technologies	India	89
Tata Consultancy Services	India	21
Qualcomm	United States	16
Wipro	India	14
VMware	United States	7
Nokia	Finland	6
Silop Smart Automation Technologies Pvt	India	5

Reliance Jio Infocomm	India	5
Hewlett Packard Enterprise Development	United States	5

これらの企業が注力する技術は以下の通りである。

- Samsung Electronics - エコシステム全体での IoT 端末の管理、および IoT 対応端末との複数ユーザインタラクション
- Mesbro Technologies - リアルタイム水質監視システム、天然ガス・煙探知システム、視覚障害者用スマートシューズ、健康管理など、様々なアプリケーションに向けた IoT 端末
- Tata Consultancy - 製品の IoT 即応性算出および評価、IoT プラットフォームでのデータ・アナリティクス、IoT オートメーション・システムの動作制御など
- Qualcomm - 自己組織化ネットワークへの 端末加入と狭帯域 IoT での無線リンク障害 (RLF) に基づく測定報告によるクライアント端末用ワイヤレス接続の強化
- Wipro - IoT ネットワーク環境でのシームレスな接続性の提供とデータ処理
- VMware - クラウドベースの IoT 環境における耐障害性システムとデータ処理
- Nokia - IoT と 5G 新無線を共存させ、狭帯域 IoT システムの時分割複信運用を設定する方法
- Silop Smart Automation Technologies - データ分析と人工知能を使って CCTV の不具合を報告する IoT システム、データストック交換のスーパーハイウェイとしての IoT と AI の使用
- Reliance Jio Infocomm - エッジ計算ブロックチェーン・ネットワークでの IoT ベースのサービスの提供、NB-IoT システムのローミングネットワーク上でのデータ送信
- Hewlett Packard - ブロックチェーン IoT システムおよびネットワーク上での IoT 端末管理

大学・研究機関

インドで当該分野における特許件数の多い大学・研究機関は以下のとおりである。

企業	国	特許件数
Lovely Professional University	India	139
Graphic Era University	India	25
SRM Institute of Science & Technology	India	17
Vellore Institute of Technology/ Vit Ap	India	10
University Of Amity	India	9
MLR Institute of Technology	India	9
Uttaranchal University	India	8
VELS Institute of Science Technology & Advanced Studies	India	7
University of Engineering & Management	India	6

GLA University Mathura	India	6
------------------------	-------	---

これらの大学・研究機関が着目している技術は以下の通りである。

- Lovely Professional University - クラウドおよび IoT に基づく橋梁の構造物健全性モニタリングや油送管の臨界パラメーターなどの産業プロジェクト
- Graphic Era University - IoT ベースの農業、洪水管理システムおよび空冷装置
- SRM Institute of Science & Technology - IoT ベースの生理学的パラメーター監視端末および IoT フォグベースの 地下パイプライン監視システムの開発
- Vellore Institute of Technology - IoT ベースの尿酸検出バイオセンサーおよび IoT を使った燃料計などのその他システムの開発
- University of Amity - IoT マットを使った人物識別システムの開発およびディープパケット検出エンジンを使った IoT に基づくデータ保護
- MLR Institute of Technology - 屋内プランテーションおよびペット給餌システムの自動化のための IoT ネットワーク・アーキテクチャ
- Uttaranchal University - IoT に基づくキャンパス監視システムおよび都市部の貧困者が食事を希望するための IoT に着想を得たシステム
- VELS Institute of Science Technology & Advanced Studies - IoT ベースの水質監視システムおよび音声制御のファイル検索機能
- University of Engineering & Management - スマートガーデニング・灌漑システムおよび IoT を使った産業用セキュリティシステム
- GLA University Mathura - IoT ベースの汚染対策ドローンおよび水の保全と農業のための灌漑システム

主要な研究者

上述した、当該分野において特許出願件数の多い企業・大学・研究機関における、主要な研究者は以下のとおりである。なお、一機関に複数のトップ研究者が所属しているというケースがあるため、トップ機関ごとにトップ研究者を挙げた。

研究者	所属	国	特許件数
Singh Rajesh	Lovely Professional University	India	91
Gehlot Anita	Lovely Professional University	India	90
Ajgaonkar Bhaskar Vijay	Mesbro Technologies	India	88
Sathian Brijesh	Hamad Medical Corporation	Qatar	24
Pallathadka Harikumar	Manipur International University	India	21

Saravanan S	University of Madras	India	19
Agiwal Anil	Samsung Electronics	South Korea	17
Kumar Lalith	Samsung Electronics	South Korea	16
Jaiswal Sushma	Guru Ghasidas Vishwavidyalaya	India	16
Gupta Zatin	Galgotias University	India	16

これらの研究者が取り組んでいる研究テーマは以下の通りである。

- Singh Rajesh および Gehlot Anita (Lovely Professional University) - スマートドローン経由の患者のリアルタイム監視システム、倉庫向け火災警報および認証システム、石油およびガスの貨物輸送監視システムなど
- Ajgaonkar Bhaskar Vijay (Mesbro Technologies) - 不正行為防止システム、車両から排出される汚染物質を検出するスマート空気モニター、航空機メンテナンス用アラートなど
- Sathian Brijesh (Hamad Medical Corporation) - IoT に基づくスマートセキュリティ、ホーム・オートメーション・システムおよび夜間巡回ロボット
- Pallathadka Harikuma (Manipur International University) - IoT ベースの顔認識システム、スマート監視システムおよび資源を効率的にスマート・シティへ活用するためのグリーン IoT の実施
- Saravanan S (University of Madras) - IoT を使ったスマート掲示板および健康管理システム
- Jaiswal Sushma (Guru Ghasidas Vishwavidyalaya) - IoT ベースの知的農業およびエッジ・ネットワークにある IoT 端末のトラフィックパターンを見つけるためのシステム
- Gupta Zatin (Galgotias University) - IoT ベースの電源管理システムおよび IoT 設備を通じたスマート農業
- Agiwal Anil および Kumar Lalith (Samsung Electronics) - スマート・ホーム、スマート・ビルディング、スマート・シティ、スマート・カー、コネクテッド・カー、ヘルスケア、デジタル教育、スマート小売、セキュリティおよび安全サービス

また、科学論文から特定された主な研究者の一覧は以下のとおりである。

研究者	所属
Neeraj Kumar	Thapar University
Ashok Kumar Das	International Institute of Information Technology
Joel J P C Rodrigues	Federal University of Piauí
Sudip Misra	Indian Institute of Technology Kharagpur

Arun Kumar Sangaiah	VIT University
Sandeep K Sood	National Institute of Technology, Kurukshetra
Saru Kumari	Chaudhary Charan Singh University
Brij B Gupta	Asia University
Fadi Al-Turjman	Near East University
Mohammad Wazid	International Institute of Information Technology

これらの研究者が取り組んでいる研究テーマは以下の通りである。

- Neeraj Kumar 博士 (Thapar Institute of Engineering and Technology 教授) - IoT 枠組みを使った e ヘルスアプリケーション、酸素飽和度の監視、アルツハイマー病患者のサポートなど。産業 IoT におけるセキュリティ問題、IoT 環境を利用したブロックチェーン管理、スマート・シティ、機械学習アプリケーションおよび農業など
- Ashok Kumar Das 博士 (International Institute of Information Technology 准教授) - IoT プラットフォームを使った戦場監視でのドローン支援、ブロックチェーン技術、安全なデータ配信、ワイヤレスセンサーネットワーク、侵害対策システム、スマートメーターなど
- Joel J P C Rodrigues 博士 (Federal University of Piauí 教授) - IoT アーキテクチャを使った需要削減のためのスマート配電、配水ネットワーク、知的公共交通システム、電気自動車、5G におけるセキュリティおよびマルウェア攻撃検出プロトコルなど
- Sudip Misra 博士 (Professor at Indian Institute of Technology 教授) - IoT 対応データプライバシーシステム、動的灌漑スケジューリングなどの農業アプリケーション、精密農業のための空からの区分および経路計画など。ブロックチェーンや e ヘルスプラットフォームなどに向けた IoT の使用を取り上げている文献もある。
- Arun Kumar Sangaiah 博士 (VIT University 教授) - IoT システムを使った移動ロボットの自己位置推定、ヘルスケアサービスにおけるビッグデータ管理など

2. 5G

2.1. 5G 分野概況

最初の電子通信機器が登場して以来、電気通信は常に、人類の生活の様々な場面で要となる役割を果たしている。中・大容量の情報データのより高速で効率的な転送や、セキュアなネットワークに加えて接続性向上などの要素に関する多様な実装計画の必要性が、イノベーションの風を引き起こし、現在 5G と呼ばれるものへと発展した。5G は 2015 年から世界各国で実装され、ここ数ヶ月でようやくインドも加わることができた。また、インドでは、米国や英国で見られるよりも広く受け入れられ、適応率も両国を超えるだろうと予想されている。5G はインドで長らく待望され、大いに期待される分野だったことから、これは驚くべきことではなく、このことによって世界中の企業や個人から多くの投資がインドへ注ぎ込まれている。

5G は、展開されるとすぐにインドの人々の生活に受け入れられ、家庭から企業まで幅広いアプリケーションに組み込まれている。この成功は、投資家と消費者の双方が自身の個人的なニーズについて再考し、何に期待するかをはっきりイメージする機会としてとらえることができるが、それは、私たちが今、こういった期待が現実となる可能性が十分にあるイノベーションの時代を迎えているからだ。

米国からの投資

前述のように、インドの魅力的な 5G 市場は、すでに世界の多くの投資に意欲的な国々の関心を集めている。中でも真っ先に名前が挙げられるのは米国で、最大級の投資ポートフォリオを抱え、多くの法人と個人が投資家、株主、または提携先など様々な形でインドの巨大テクノロジー企業と関わっている。

米国の半導体企業 Qualcomm は、技術面でインドの Jio に大きく関与しており、合計で株式の約 0.15% となる最大 9710 万米ドルを Jio Platforms に投資することを計画している。インドの顧客が 5G サービスを利用できるよう高度 5G インフラを獲得・準備する取り組みにおいて、Jio Platforms をサポートするためにこの投資が計画されている。

Cisco Systems Inc. も、世界規模の 5G サービスプロジェクトに出資するため 50 億米ドルを確保しており、その一部がインドへ投資され、コア、トランスポート、モビリティ、セキュリティソリューションなどから成るワイヤレスネットワークに不可欠な構成要素をアップグレードし、5G 実装に備えた状態にする。

有名巨大テクノロジー企業の Google は、5G によるインドのデジタル化の先頭に立って積極的に取り組む企業の一つで、Bharti Airtel や Jio といったインドの通信企業と提携を結び、Bharti Airtel の株式を 1.28% 獲得するための 7 億米ドルの投資などを行っている。前述の通り、Google は Jio Platforms へ 3373 億 7000 万ルピーを投資し、7.73% の株式を獲得している点は特筆すべきである。

GE Healthcare が、同社世界初の 5G イノベーションラボをインドで開設すると発表したケースからもわかるように、5G は通信に使われるだけでなく、複数の分野で適用可能な技術である。膨大な帯域幅、高速のデータ速度、低遅延、そして非常に信頼性の高い接続性に恵まれた

5Gは、診断、治療および予後を変革し、患者介護システムに革命を起こす可能性を秘めている。医療分野における5Gの価値は2021年に推定2億1500万米ドルと評価され、2026年までに36億6700万米ドルに達すると予想されていることは注目に値する。5Gは、大容量データファイルの素早い収集と送信、また自発的な高解像度ビデオ会議を可能にし、迅速な分析をサポートして臨床的判断を加速させることで、患者体験を良い方向に変革する重要なきっかけとなる可能性を秘めている。

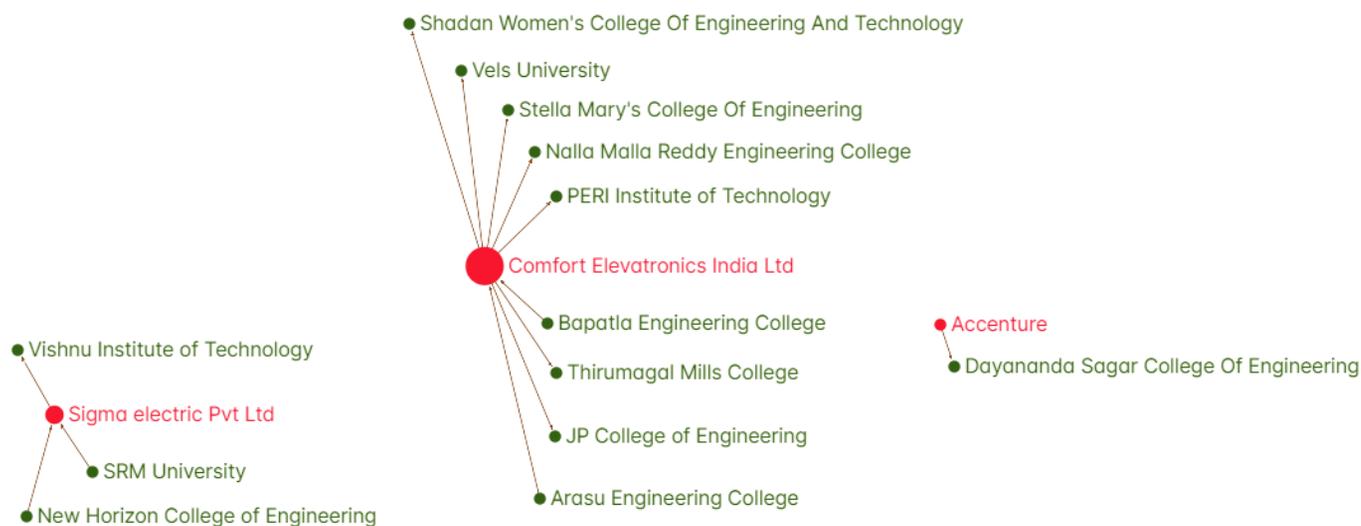
欧州からの投資

欧州によるインド5G産業への投資の大部分が北欧からのものである点は、注目すべきである。Nokia（フィンランド）やEricsson（スウェーデン）などの企業は、いつものように、Bharti Airtel との一連の投資と連携により自社の存在感を知らしめているが、企業に向けた5G投資は、2030年までに170億米ドルの機会を提供することになるため、金額を増やすだけでなく、様々な段階で5G技術装置の実地試験の際にもサポートを行っている。インドの別の通信企業であるJioも、翌年末までにインド全体で5Gを利用できるようにするため、250億米ドルを費やす計画である。これも、必要なインフラを使って取り組みを支援することに関心を示している両社のサポートを受けている。

2.2. インドと主要国の共同研究の実態

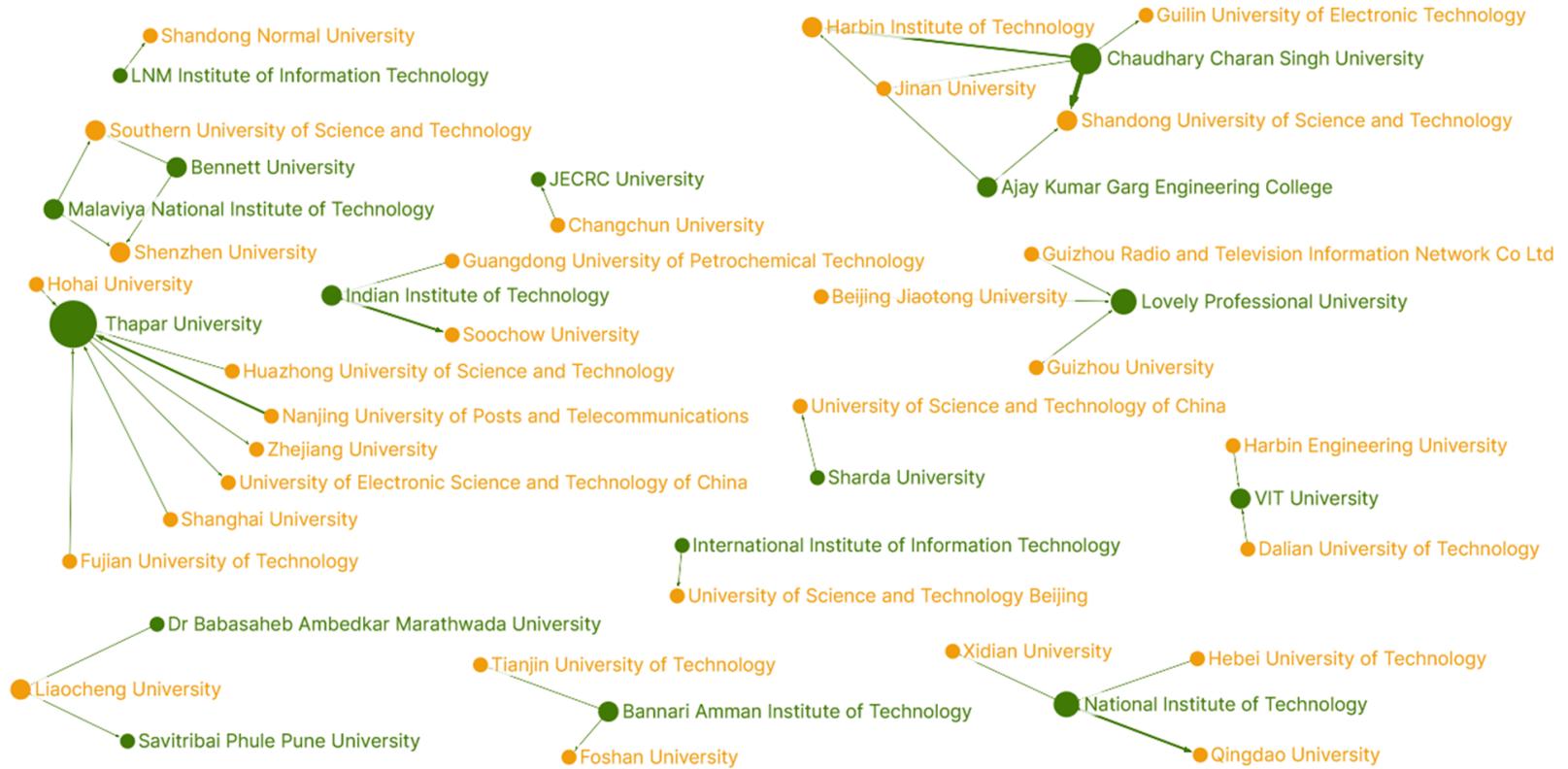
2.2.1. 共同特許出願から把握される連携状況

以下のネットワークグラフは、共同特許出願に基づき、インドの企業・大学と連携している各国企業・大学を示したものである。企業名は赤字で、大学名は緑字で示されている。エッジの厚みは特許件数の多さを示す。



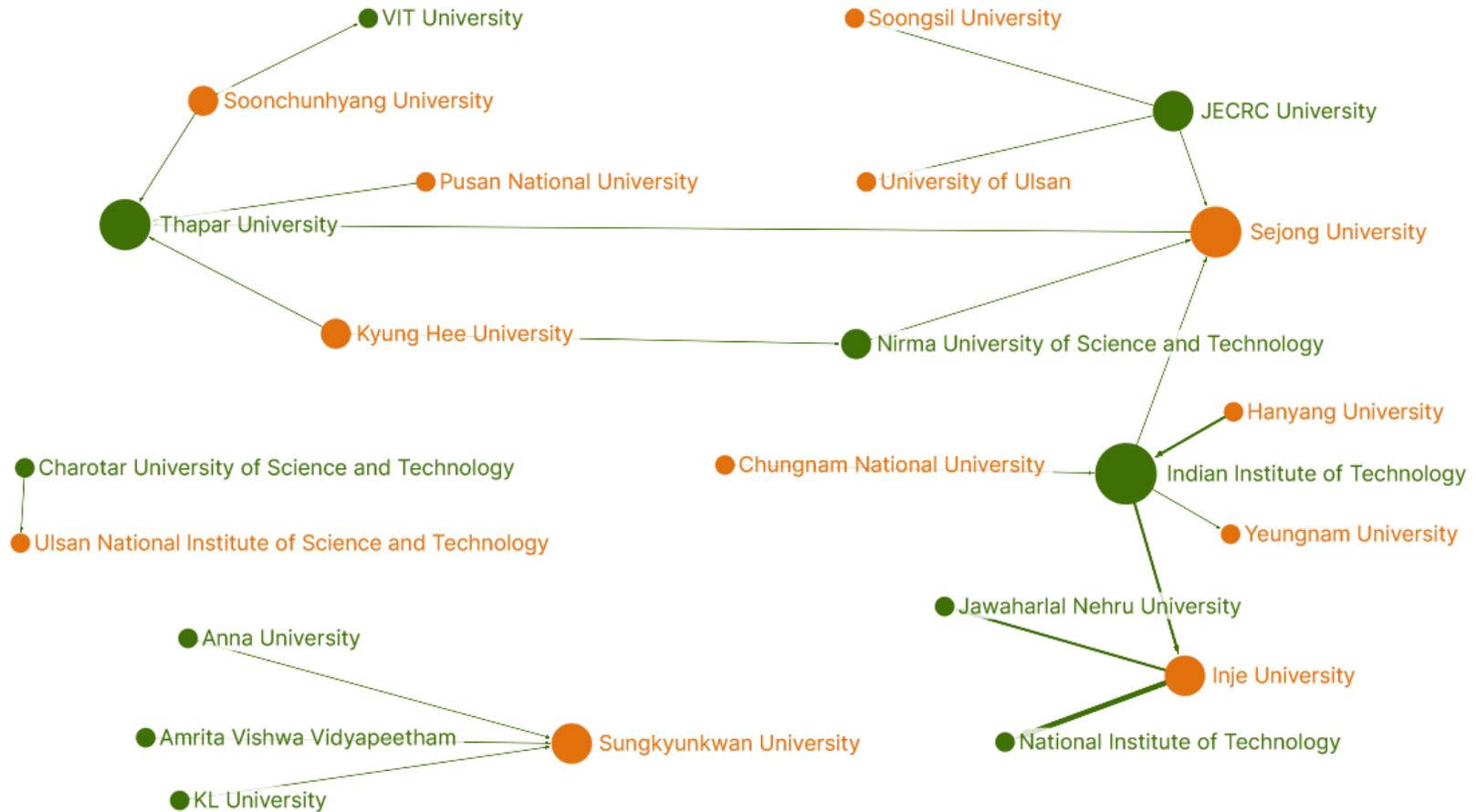
中国

中国企業・大学・研究機関はオレンジ色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



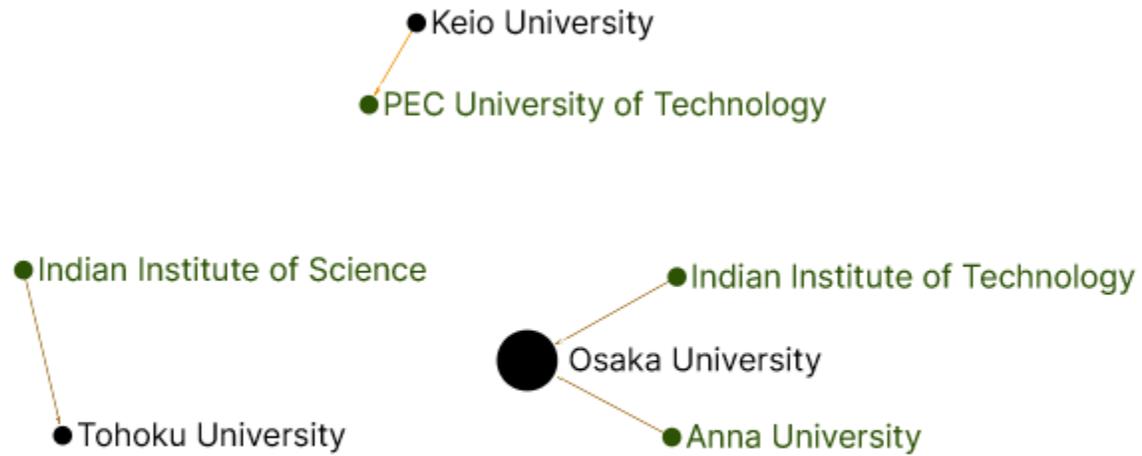
韓国

韓国企業・大学・研究機関は茶色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



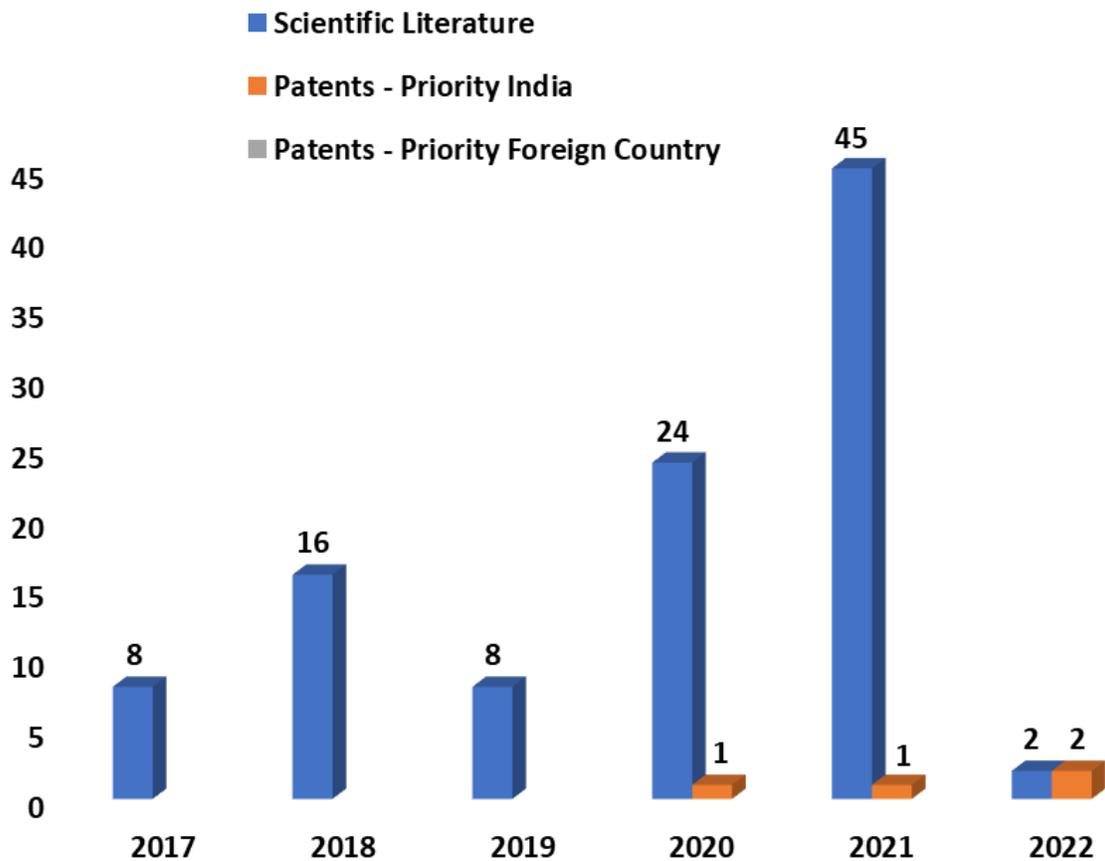
日本

日本企業・大学・研究機関は黒色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



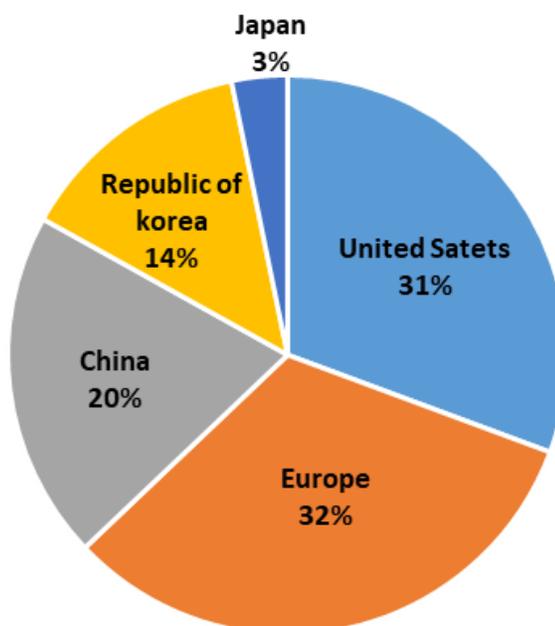
2.2.3. 共同研究の成果の扱い

下のグラフは、外国とインドで連携が行われている特許出願のうち、インドを優先権主張国としてインドへ出願されたもの、外国を優先権主張国としてインドへ出願されたもの、外国とインドの共著論文の件数、を比較したものである。このグラフから、共同研究の成果として多くの共著論文が作成されている一方で、当該成果はインドへの出願という形には結実していないことが明らかになった。



2.2.4. 日本と主要国との比較

多くの外国企業・大学・研究機関はインド企業・大学・研究機関と連携し、当該分野において相当数の共同特許出願と共著論文を発行している。以下の円グラフは、共同特許出願と共著論文の合計件数について、日本と、米国、欧州、中国、韓国とを比較した結果である。



インドと外国の共同特許出願と共著論文の総数に占める割合のうち、32%が欧州との連携によるもので、その後に米国（31%）、中国（20%）そして韓国（14%）が続く。日本との連携はわずか3%である。

2.2.5. 参考情報：具体的な連携事例（連携主体／研究内容／研究者）

2.2.5.1. 特許出願情報に基づく、外国企業とインドの連携

外国企業	インド研究機関	研究
Accenture	Dayananda Sagar College Of Engineering	Accenture と Dayananda Sagar College Of Engineering が、マルチユーザーMIMO（多重入力多重出力）5G セルラー方式においてスペクトル効率を向上させる新たなアプローチを生み出した。この発明は、具体的には、通常モバイル通信に使用される 5G 信号向けに 28～38 GHz 帯で運用する、デュアルバンドの空気充填スロット割当ループ MIMO アンテナの設計と分析を開示する。

2.2.5.2. 共著論文に基づく、外国企業（米国・欧州・中国・韓国・日本）とインドの連携

外国企業	インド研究機関	研究
Qualcomm	Big Cat Wireless	Qualcomm およびその他の受託人は、5G 新無線（NR）の重要業績評価指標について研究し、IMT-2020 評価枠組みを使って 5G NR の性能の総合評価を行った。
	Amrita Vishwa Vidyapeetham	
	Indian Institute of Technology	
	VIT University	Qualcomm およびその他の受託人は、5G ベースの小型ワイヤレス端末向け空間多重方式の代替方式について研究し、バッテリー駆動の小型携帯端末では、空間変調方式が空間多重方式（SMX）のより優れた代替方式となり得ると提案した。
	Indian Institute of Science	Qualcomm およびその他の受託人は、既存システムと広帯域品質向上の相関関係を活用すること、および 4G/5G OFDM（直交周波数分割多重）方式において、差動オーバーヘッドフィードバックを柔軟にすることが可能となる方法の導入について研究した。
Ericsson	Indian Institute of Technology	Ericsson および前述の受託人が、5G 新無線（NR）の重要業績評価指標に関する研究論文を発表し、IMT-2020 評価枠組みを使って 5G NR の性能の総合評価を行った。
	Saankhya Labs	
	Big Cat Wireless	
	Amrita Vishwa Vidyapeetham	
Virginia Tech	Indian Institute of Technology	Virginia Tech 他が、カスケード深層学習を使った MIMO（多重入力多重出力）のセルフリーテスト駆動開発の利用に関する研究論文を発表した。提案された方法は容易に拡張可能で、通常はセルフリーの MIMO 方式で依存を招く、アンテナの連携に基づく比較相互校正の必要がなくなる。

Motorola	Indian Institute of Management	Motorola と IIT が、高度 V2X（車車間・路車間）サービス用 NR サイドリンクの概要を説明し、NR V2X、ネットワーク・アーキテクチャ、セキュリティおよびプロトコル強化のための現行の 3GPP（第 3 世代パートナーシッププロジェクト）型 NR サイドリンクデザインについての知見を提供した。
Microsoft	Indian Statistical Institute	Microsoft と ISI は、5G 端末間ユーザーとレガシー 4G ユーザー間の拡張可能で公平なリソース共有に関して、公平、安全かつ信頼できるアプローチを考案した。

2.2.5.3. インドの大学と外国（米国・欧州・中国・韓国・日本）の大学の主要な連携

インドの大学と連携している各国の大学は以下のとおりである。

米国	欧州	中国	韓国	日本
Missouri University of Science and Technology	Qualcomm	Shandong University of Science and Technology	Inje University	Keio University
University of Kentucky	Manchester Metropolitan University	Soochow University	Sejong University	Tohoku University
University of California	University of Surrey	Qingdao University	Soonchunhyang University	Osaka University
San Diego State University	Polytechnic University of Turin	Nanjing University of Posts and Telecommunications	Hanyang University	
Virginia Tech	Near East University	Harbin Institute of Technology	Yeungnam University	

これらの大学間連携における主な研究テーマは以下のとおりである。

国・地域	外国大学	インド大学	研究
米国	Missouri University of Science and Technology	Indian Institute of Technology	異種 5G ネットワークにおけるリソース割り当ての公平性の最大化、IoT 対応 5G ネットワークにおける帯域幅に制約のあるタスク処理量の最大化、および 5G ネットワークにおけるサービスプロバイダーの収益最大化のための安定したマッチングベースのリソース割り当て
	University of Kentucky	Thapar University Nirma University of Science and Technology	5G 対応のソフトウェア化 UAV ネットワークに向けたブロックチェーンに基づくデータ配布方式、クラウド・コンピューティングを使った 5G 環境のためのフォグおよびクラウド・コンピューティングにおけるネットワークサービスチェイニング、IoT および身体センサー用 5G ワイヤレスネットワークに関する特別な問題
	University of California	South Asian University Indian Institute of Technology Anna University	5G バックホールのための光跡デザイン：アーキテクチャ、SDN の影響および協調マルチポイントならびにダイナミックルーティング、スペクトル、混合グリッド光ネットワークでの変調フォーマット割り当て

	San Diego State University	Shri Mata Vaishno Devi University Uttar Pradesh Technical University	サブ 1GHz、サブ 6GHz 5G NR および Wi-Fi 6 アプリケーション向けにフレキシブル基板上の共通送信アンテナを使った 4ポート MIMO アンテナ、および携帯端末用 MIMO アンテナの組み合わせ[ワイヤレスコーナー]
	Virginia Tech	Indian Institute of Technology	目的達成のために使われるカスケード深層学習を使ったセルフテスト駆動開発 Massive MIMO の利用
EU	Qualcomm	VIT University Sreenivasa Institute of Technology and Management Studies Indian Institute of Technology Indian Institute of Science	広帯域 CQI との相関関係の活用と 4G/5G OFDM 方式において差動フィードバックオーバーヘッドを柔軟にすること、IMT-2020 無線インタフェース技術と修正された空間変調のための 5G 新無線の重要業績評価指標：5G ベースのワイヤレス端末向け空間多重方式の代替方式
	Manchester Metropolitan University	Amrita Vishwa Vidyapeetham Anna University Birla Institute of Technology and Science KL University	5G でのコグニティブ 3D 光線追跡法に基づく 60GHz ミリ波での伝搬損失モデル化、5G シナリオでの LTE/SAE 用耐量子鍵階層および動的セキュリティ・アソシエーション、機械学習を使った 5G におけるクラウド RAN の適正な多層リソース割り当て

	University of Surrey	Chaudhary Charan Singh University	5G がサポートする IoT ドメインにおける産業音声制御システムでの音声転送攻撃、および 5G 対応 VANET のためのハイブリッド D2D メッセージ認証方式 (HDMA)
	Polytechnic University of Turin	Indian Institute of Technology Uttarakhand Technical University Jawaharlal Nehru University BTK Institute of Technology JIMS Engineering Management Technical Campus Greater Noida	5G アプリケーション向けの円偏光への適応性がある、無線アプリケーションベースの MIMO 誘電体共振器アンテナ、5G ネットワークでのパーティカルサービス支援のための VNF 配置とリソース割り当て
	Near East University	VIT University Bannari Amman Institute of Technology Birla Institute of Technology and Science	データプライバシーが向上し、信頼できる第三者機関から機密情報を守る、スマートブロックチェーン時代の 5G 対応ネットワークのための変化に強い分散アーキテクチャ、および 5G/6G 通信ネットワークでのビッグデータアンチパターン検出解析のためのブートストラップ集計・平均シフトクラスタリング
中国	Shandong University of Science and Technology	Ajay Kumar Garg Engineering College Chaudhary Charan Singh University	5G ネットワークにおけるマルチサーバアーキテクチャのための認証付き鍵交換プロトコル、5G がサポートする IoT ドメインにおける 5G 対応

			VANET と産業音声制御システムでの音声転送攻撃のためのハイブリッドな D2D メッセージ認証方式 (HDMA)
Soochow University	Indian Institute of Technology		エッジ・コンピューティングを使った無線アクセスネットワーク向けゾーンベースの協調コンテンツキャッシングおよび配信、およびメトロネットワークトラフィックを運ぶための超高密度波長交換ネットワークの効率活用
Qingdao University	□ National Institute of Technology		5G ネットワーク向けエッジ端末の多目的展開最適化および 5G 異種ネットワークのセキュリティ問題のための深層学習に取り組んだ。
Nanjing University of Posts and Telecommunications	Thapar University		ソフトウェア化と仮想化を使った 5G ネットワークにおけるスライスの状況に応じたリソース割り当て、および新たな NFV 対応車両ネットワークでの存続可能なサービスのための動的なバーチャルリソース割り当てメカニズムに取り組んだ。
Harbin Institute of Technology	Chaudhary Charan Singh University Ajay Kumar Garg Engineering College		5G ネットワークにおけるマルチサーバアーキテクチャのための認証付き鍵交換プロトコル、および 5G がサポートする IIoT ドメインにおける産

			業音声制御システムでの音声転送攻撃などが研究分野であった。
韓国	Inje University	Indian Institute of Technology National Institute of Technology	5G 光フロントエンド受信機向けの D バンド上 61.2-dBΩ、100 Gb/s 超低ノイズグラフェン TIA 性能、モバイル通信技術向けアクティブアンテナを使った 2-18 GHz 広帯域協調設計統合型 LNA、新しい設定可能なフロントエンド 5G 送信機向けの quad モード結合型手法を使った 8-12 GHz、44.3 dBm RF 出力クラス FF-1 DPA が開発された。また、5G セルラーフロントエンド受信機のための SSL 手法を使った 65 nm CMOS LNA の性能分析も行われた。
	Sejong University	Indian Institute of Technology JECRC University Nirma University of Science and Technology Thapar University	未来の 5G ネットワークに基づくスマートホスピタルの設計と、再構成可能なマルチバンド複合 5G アンテナの実験解析が行われ、5G とその他のアプリケーション向け NOMA 変数が調査された。
	Soonchunhyang University	VIT University Thapar University	5G ネットワークでの UAV の位置決め尤度と、触媒計算を使ったビデオユーザー向けのリソースに基づくモビリティ管理の研究が行われた。

	Hanyang University	Indian Institute of Technology	5G モバイル通信システム向け非直交ランダムアクセスと、2 ユーザー NOMA アップリンクランダムアクセスが調査された。
	Yeungnam University	Indian Institute of Technology	空中地上ネットワークの設計と分析が行われた。
日本	Keio University	PEC University of Technology	5G ネットワークスライス制御機能の自動化が、機械学習を使って行われた。
	Tohoku University	Indian Institute of Science	RF CMOS のための磁性ナノフェライトの応用について調査が行われた。
	Osaka University	Anna University Indian Institute of Technology	社会的影響を受けたリソース割り当てアプローチと密度の高いスモールセルでの干渉管理が周波数再利用係数 (FRF) を使って行われ、次世代 LTE のための QoS を意識した周波数ベースの 5G 相対的認証モデルとその従属公共安全ネットワークについて調査が行われた。

2.2.5.4. 主要な研究機関と研究者

企業

インドで当該分野における特許件数の多い企業は以下のとおりである。

企業	国	特許件数
Samsung Electronics	South Korea	142
Qualcomm	United States	12
Apple	United States	5
NEC	Japan	4

Mavenir Systems	United States	2
Nokia	Finland	2
Texas Instruments	United States	2
Accenture Global Solutions	Ireland	1
Connectingit Technologies Private	India	1

これらの企業が注力する技術は以下の通りである。

- Samsung Electronics - 技術を使った IoT 関連端末による、スマートセキュリティ、安全サービス、および教師あり学習アプローチ全体の IoT 端末の管理
- Qualcomm - 干渉軽減や、ランダムアクセスチャネル (RACH) 手順の強化の手法など、5G がサポートする IoT 端末
- Apple - マルチキャストセッションに関する手法、マルチ無線アクセス技術 (RAT) 環境の改善方法などの管理
- NEC - 認証方法、プログラムキー、緊急サービス支援などを得るための端末
- Mavenir Systems - 無線アクセスネットワーク (RAN) およびクラウド RAN (C-RAN) 向けシステムおよび方法
- Nokia - グローバル一意仮識別子 (Global Unique Temporary Identifier) のための方法、コンピュータープログラム、5G 技術に基づいて動く電子回路などに関連するアプリケーション
- Texas Instruments - 5G 送信機の機能を生み、デジタル-アナログ変換回路のエラーを修正する電子回路
- Accenture Global Solutions - 異なる位置ポイントなどで認識地点を受信する端末
- Connectingit Technologies - クラウドデータによる顧客検知と設備でのイベントトリガーのための AI ベースのハードウェアカメラ

大学・研究機関

インドで当該分野における特許件数の多い大学・研究機関は以下のとおりである。

企業	国	特許件数
Indian Institute of Technology	India	4
Centre of Excellence Wireless Technology	India	3
Graphic Era University	India	3
Dr M G R Educational & Research Institute	India	1
GLA University	India	1
Hindusthan College of Engineering & Technology	India	1
Lovely Professional University	India	1
Malla Reddy Institute of Engineering Technology	India	1

National Institute of Technology	India	1
----------------------------------	-------	---

これらの大学・研究機関が着目している技術は以下の通りである。

- Indian Institute of Technology および Centre of Excellence Wireless Technology - マルチ接続により複数の無線アクセス技術 (RAT) を無線アクセスネットワーク (RAN) 集約するシステム、それに応じた新たな 5G 新無線信号方式のためのシステム、本書に記載の実施態様は、新たな 5G 新無線信号方式のための方法とシステムを開示する、など
- Graphic Era University - ニューラルネットワークの信号認証情報を検証するシステムは、人工ニューラルネットワーク (ANN) 分野に関連する。機械学習手法を使った通信信号強度の判断およびその 5G サービスエリアマップの作成方法など
- Dr M G R Educational & Research Institute - 5G に基づく低コストスマートモニタリングおよび制御盤
- GLA University - 5G および次世代ワイヤレス通信ネットワーク向けアクセス制御システムなど、1つのチャンネル上でのマルチアクセス手法に関する問題を克服する技術
- Hindusthan College of Engineering & Technology - 5G および 6G システム向け手法の統合
- Lovely Professional University - 5G およびスマートカメラ端末を使った、クリケットの試合での非接触審判
- Malla Reddy Institute of Engineering Technology - ワイヤレス通信対応のトラフ型適応リフレクターチャンネル向けモデルの構築
- National Institute of Technology - 4G および 5G アプリケーション向け db-bpf 特性を持つ MIMO アンテナの開発

主要な研究者

上述した、当該分野において特許出願件数の多い企業・大学・研究機関における、主要な研究者は以下のとおりである。なお、一機関に複数のトップ研究者が所属しているというケースがあるため、トップ機関ごとにトップ研究者を挙げた。

研究者	所属	国	特許件数
Kumar Lalith	Samsung Electronics	South Korea	24
Agiwal Anil	Samsung Electronics	South Korea	21
Latheef Fasil Abdul	Samsung Electronics	South Korea	20
Rajadurai Rajavelsamy	Samsung Electronics	South Korea	19
Ingale Mangesh Abhimanyu	Samsung Electronics	South Korea	18
Tiwari Kundan	Samsung Electronics	South Korea	17
Jha Kailash Kumar	Samsung Electronics	South Korea	16
Venkataraman Vijay	Apple	United States	5

Kiss Krisztian	Apple	United States	4
Kumar Mukesh	Qualcomm Inc	United States	4

これらの研究者が取り組んでいる研究テーマは以下の通りである。

- Agiwal Anil および Kumar Lalith (Samsung Electronics) - スマート・ホーム、スマート・ビルディング、スマート・シティ、スマート・カー、コネクテッド・カー、ヘルスケア、デジタル教育、スマート小売、セキュリティおよび安全サービスなどの IoT 関連 5G 技術
- Latheef Fasil Abdul (Samsung Electronics) - 通信ネットワーク、特に通信ネットワークでのマルチキャストサービス交換、モビリティおよびサービス継続性の方法およびシステム
- Rajadurai Rajavelsamy (Samsung Electronics) - ワイヤレスネットワークでのユーザープレーン信号メッセージの完全性保護システム、および中継装置での認証のために動的に鍵を提供する方法
- Ingale Mangesh Abhimanyu (Samsung Electronics) - ランダムアクセス手順を行い、また、ワイヤレス通信システムで SI を扱う方法および装置
- Tiwari Kundan (Samsung Electronics) - 電気通信ネットワークでの災害インバウンドローマー、およびワイヤレス通信ネットワークでのページング手順の管理
- Jha Kailash Kumar (Samsung Electronics) - ワイヤレス通信ネットワークでユーザー装置に 5G サービスを提供するシステム、5G サービスを提供しながら、ワイヤレス通信ネットワークのリソースを最適化する UE
- Venkataraman Vijay (Apple) - マルチ無線アクセス技術 (RAT) を向上させるシステムと方法、およびユニキャストセッションで構成される MBS セッションに関する手法
- Kumar Mukesh (Qualcomm) - 高周波無線ネットワークでの位置決め精度を向上させることができる基地局、および基地局による情報ブロックの送信要求を時間内に受信することに対するシステム情報の変更

また、科学論文から特定された主な研究者の一覧は以下のとおりである。

研究者	所属	特許件数
Neeraj Kumar	Thapar University	13
Ajay Pratap	Indian Institute of Technology	4
Arpan Desai	Charotar University of Science and Technology	4
Ashok Kumar Das	International Institute of Information Technology	4
Fadi Al-Turjman	Near East University	4
Gunasekaran Raja	Anna University	4
Hanjung Song	Inje University	4

Sajal K Das	Missouri University of Science and Technology	4
Sandeep Kumar	National Institute of Technology	4
Ali Kashif Bashir	Manchester Metropolitan University	3

これらの研究者が取り組んでいる研究テーマは以下の通りである。

- Neeraj kumar (Thapar University) - 新たな NFV 対応車両ネットワークで存続可能なサービスのための動的なバーチャルリソース割り当てメカニズム
- Ajay Pratap および Sajal K Das (Indian Institute of Technology および Missouri University of Science and Technology) - 5G ネットワークにおいてサービスプロバイダーの収益を最大化するための安定したマッチングベースのリソース割り当て
- Arpan Desai from Charotar University of Science and Technology - 新たな NFV 対応車両ネットワークで存続可能なサービスのための動的なバーチャルリソース割り当てメカニズム
- Ashok Kumar Das (International Institute of Information Technology) - 5G ネットワークにおいてサービスプロバイダーの収益を最大化するための安定したマッチングベースのリソース割り当て
- Fadi Al-Turjman (Near East University) - IoT に基づく e-ヘルスケアサービス
- Gunasekaran Raja (Anna University) - 新たな学習アプローチとともに通信で使われる SDN
- Hanjung Song および Sandeep Kumar (Inje University および National Institute of Technology) - 性能分析ベースの 5G フロントエンド受信機
- Ali Kashif Bashir (Manchester Metropolitan University) - 人工知能を使った 5G でのクラウド・コンピューティング RAN

3. 拡張現実（AR）と仮想現実（VR）

3.1. AR/VR 分野概況

現実の認識を作り変えることのできる時代に、数々のアプリケーションが生み出され、この拡張・仮想現実の分野を推し進めている。簡単に言えば、拡張現実（AR）は本当の目に見える細部に要素を加えることで、一方の仮想現実（VR）は、別の人工的な現実を知覚することである。今のところ、理論上はシンプルに見えるかもしれないが、大規模に実装できるようになるまでの道のりは長い。この技術はいまだ開発途中だと言っても間違いではないだろう。結果として、数多くの企業や個人から多くの投資がアプリケーション全体にわたって行われ、市場価値が高められていった。例えば、2022年には6億2800万米ドルだったVRヘルスケア市場は、2029年までに予測期間内のCAGR（年平均成長率）38.7%で62億米ドル規模になると推定されている。

投資傾向に関しては、Tiger Globalが主導し、既存投資会社のSequoia Capital Indiaが参加した資金調達ラウンドで、拡張現実スタートアップ企業Avataarが4500万米ドルを調達した。また、MindtreeはAR-VR開発を自社ポートフォリオに含めており、アーリーステージのスタートアップ企業の資金調達で32億ルピーを集めた。

米国からの投資

AR-VR開発に対する米国からの資金調達の大部分がGoogleによるもので、デジタル・インディアプログラムへ投じられた10億米ドルの一部であると考えられている。Meta Inc.もAR-VR分野への投資に関心を深めており、スタートアップ企業80社を候補者リストに載せた。これらのスタートアップ企業は、それぞれ2万5000米ドルに近い額の助成金を受け取る。

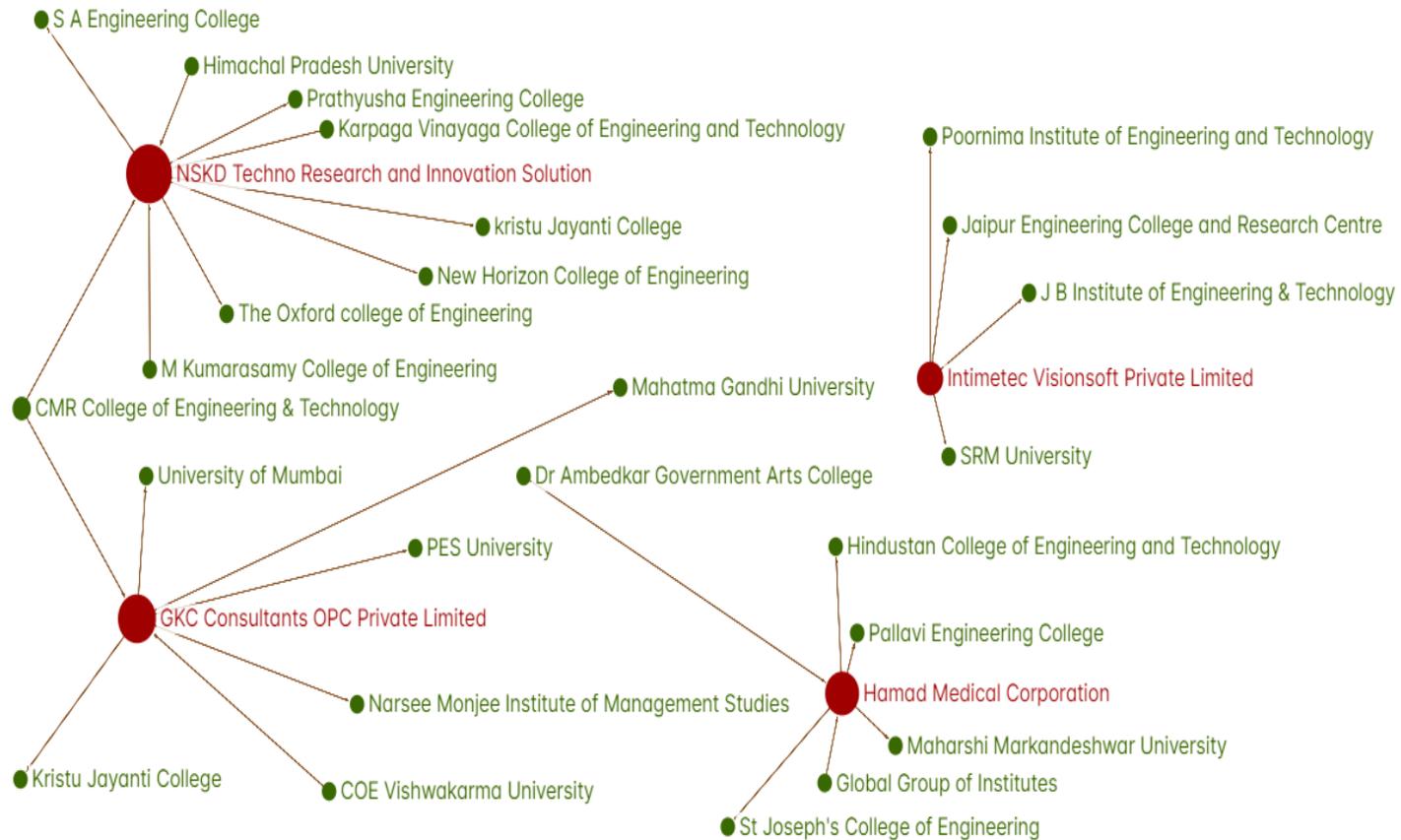
欧州からの投資

欧州のテクノロジー企業であるSiemensは、ベンガルールの新たなイノベーション・ハブに、今後5年間で130億ルピーを投資する計画を打ち出した。このハブは、AR-VRを始めとする多くの分野にわたるイノベーションを可能にし、米国、ドイツおよび中国を拠点とする他のハブとも緊密に連携する。

3.2. インドと主要国の共同研究の実態

3.2.1. 共同特許出願から把握される連携状況

以下のネットワークグラフは、共同特許出願に基づき、インドの企業・大学と連携している各国企業・大学を示したものである。企業名は赤字で、大学名は緑字で示されている。エッジの厚みは特許件数の多さを示す。

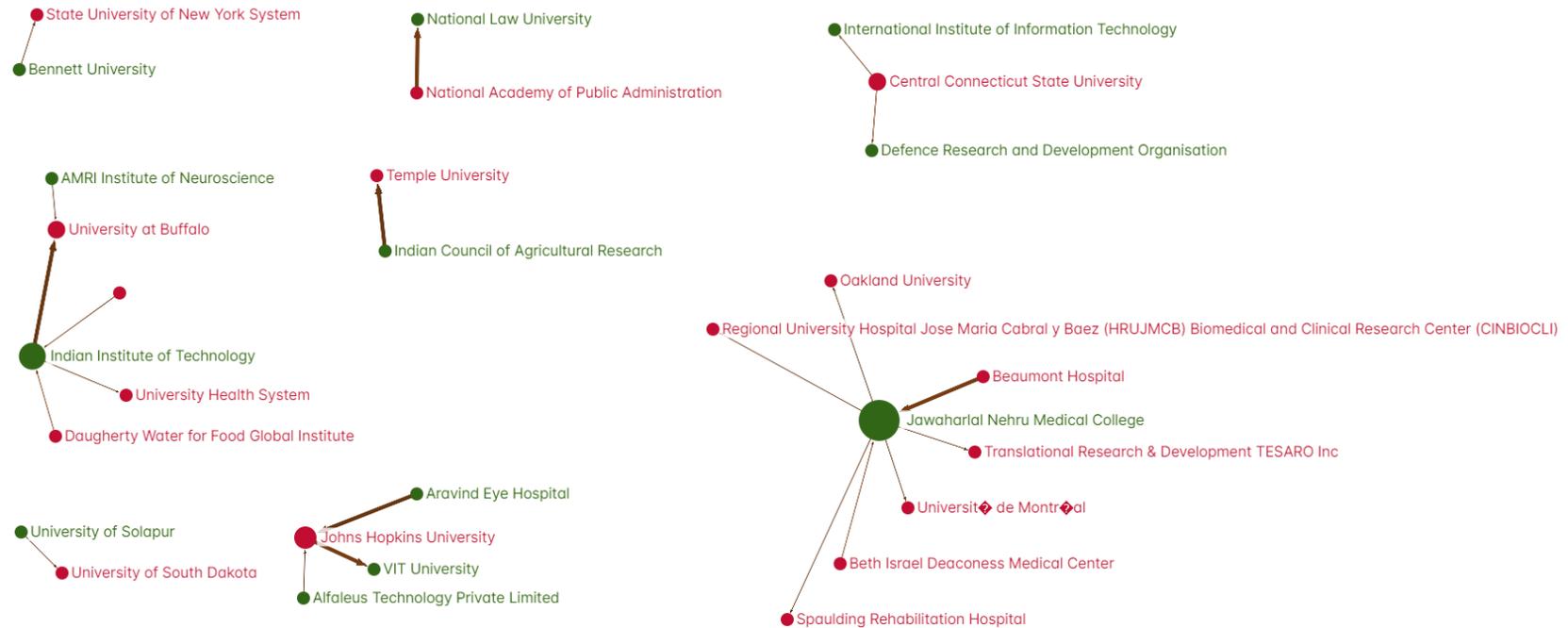


3.2.2. 共著論文から把握される連携状況

以下のネットワークグラフは、共著論文に基づき、インドの企業・大学・研究機関と連携している米国・欧州・中国・韓国・日本の企業・大学・研究機関を示したものである。エッジの厚みは共著論文数の多さを示す。

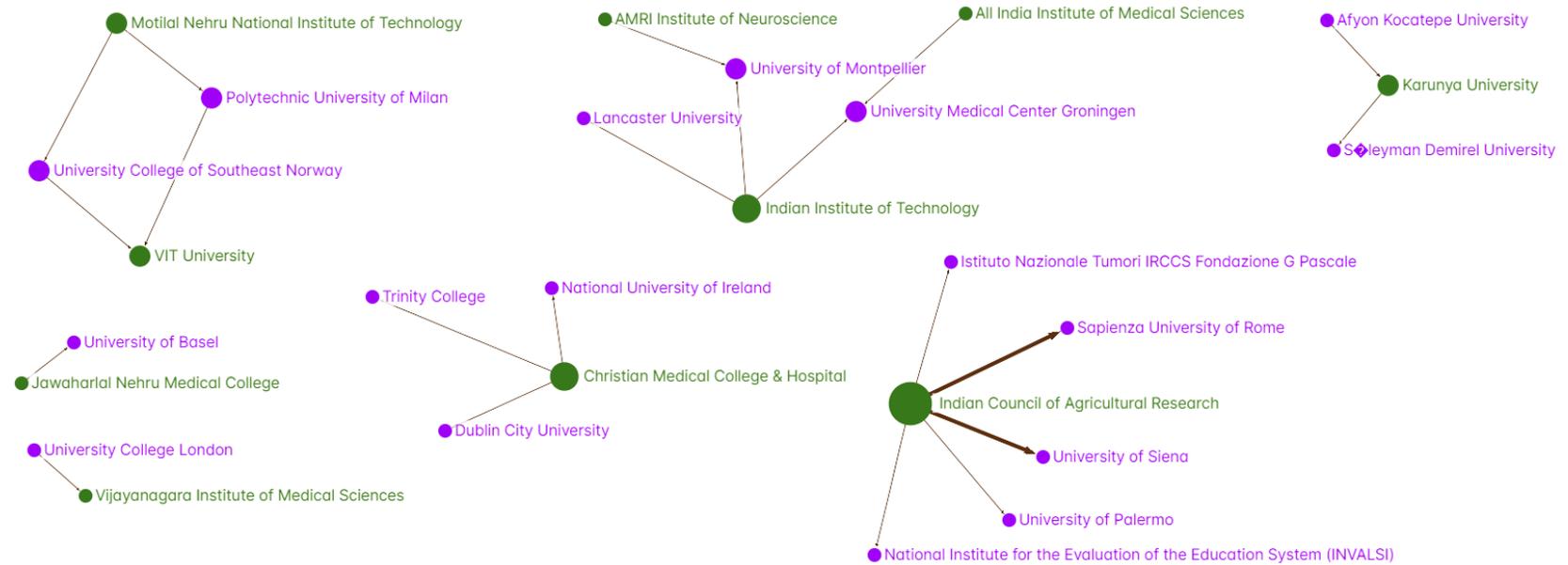
米国

米国企業・大学・研究機関は赤色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



欧州

欧州企業・大学・研究機関は紫色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



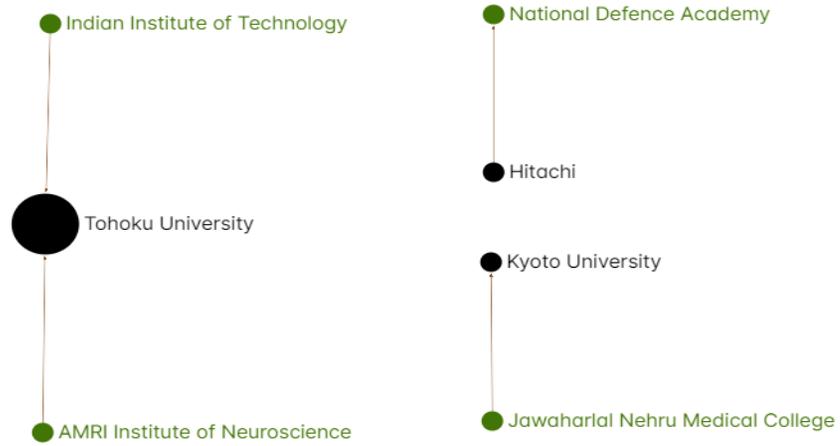
中国

中国企業・大学・研究機関はオレンジ色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



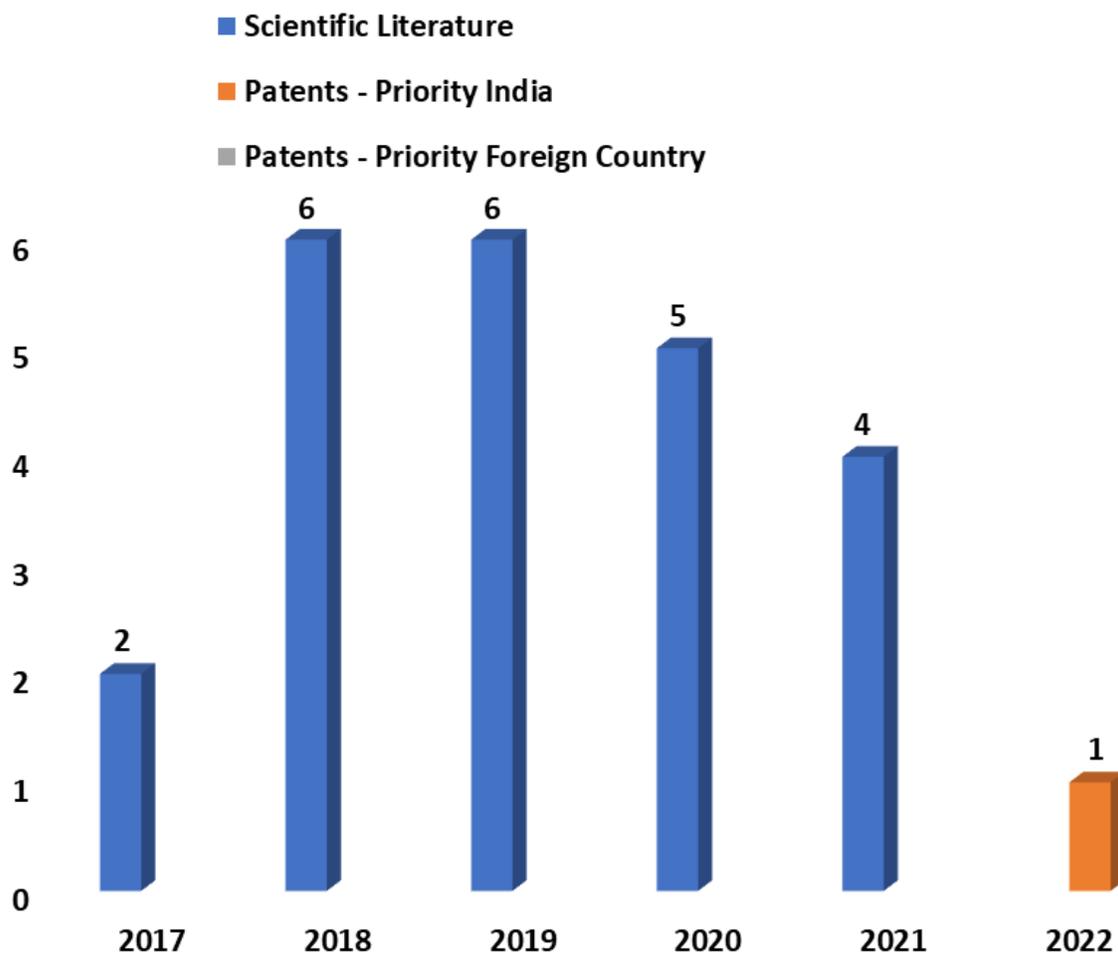
日本

日本企業・大学・研究機関は黒色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



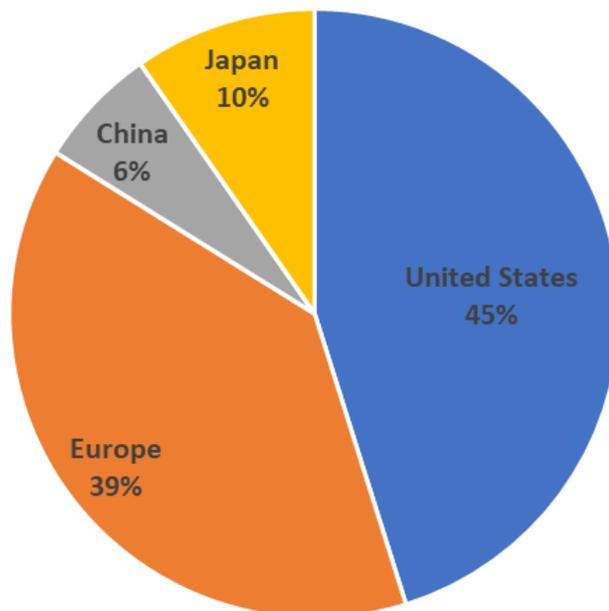
3.2.3. 共同研究の成果の扱い

下のグラフは、外国とインドで連携が行われている特許出願のうち、インドを優先権主張国としてインドへ出願されたもの、外国を優先権主張国としてインドへ出願されたもの、外国とインドの共著論文の件数、を比較したものである。このグラフから、共同研究の成果として多くの共著論文が作成されている一方で、当該成果はインドへの出願という形には結実していないことが明らかになった。



3.2.4. 日本と主要国との比較

多くの外国企業・大学・研究機関はインド企業・大学・研究機関と連携し、当該分野において相当数の共同特許出願と共著論文を発行している。以下の円グラフは、共同特許出願と共著論文の合計件数について、日本と、米国、欧州、中国、韓国とを比較した結果である。



インドと外国の共同特許出願と共著論文の総数に占める割合のうち、45%が米国との連携によるもので、その後に欧州（39%）、日本（10%）、中国（6%）と続く。

3.2.5. 参考情報：具体的な連携事例（連携主体／研究内容／研究者）

3.2.5.1. 特許出願情報に基づく、外国企業とインドの連携

外国企業	インド研究機関	研究
Hamad Medical Corporation	Hindustan College of Engineering and Technology	前述の受託人は、機械学習アルゴリズムを使うことによるIoTおよびAIベースのサイバー犯罪の認識・回避に取り組んだ。犯罪者が犯罪に使う技術だけでなく、犯罪者の作業環境を現実と仮想両方で検討することが非常に重要だ。個人が本当の犯罪者であるかどうかを判断し、コンピューターシステムに不正アクセスする犯罪者を捕まえるために設計された
	Maharshi Markandeshwar University	
	Pallavi Engineering College	
	St Joseph's College of Engineering	

	Dr Ambedkar Government Arts College	セキュリティシステムを検証することのできるシステムの創出でも連携が行われた。IAA（インターネット・アクセス・アカウント）が検知手法として採用された。IAAは、インターネットにアクセスした場所や使用した端末にかかわらず、ユーザーの身元を保護する。
	Global Group of Institutes	

3.2.5.2. 共著論文に基づく、外国企業（米国・欧州・中国・韓国・日本）とインドの連携

外国企業	インド研究機関	研究
Translational Research & Development TESARO Inc	Jawaharlal Nehru Medical College	前述の受託人は両者とも、リハビリ施設の障害を持つ人々に注力した。脳卒中は成人障害の最も一般的な原因と考えられており、彼らは早期亜急性回復期の虚血性脳卒中患者のためのリハビリ指向の仮想現実端末に取り組んだ。集中リハビリテーションプロトコルは非集中のものをしのいでいる。フェーズ II 単盲検ランダム化対照臨床試験などのための研究。
Hitachi	National Defence Academy	前述の受託人は両者とも、3次元化学構造を可視化する計算材料科学のためのコモディティ VR の研究に注力した。ドロップフレームによる激しい震動のような障害は、シミュレーション向上のために VR 体験から取り除かれるべきである。非専門家や VR 初心者にもわかりやすいシンプルな評価方法が提案された。ABA ブロック共重合体の相分離の分子動力学シミュレーションの結果に対するシステム規模の制限とゴムのフィラー形態の実験見解も示された。

3.2.5.3. インドの大学と外国（米国・欧州・中国・韓国・日本）の大学の主要な連携

インドの大学と連携している各国の大学は以下のとおりである。

米国	欧州	中国	韓国	日本
University at Buffalo	University of Siena	Beijing University of Technology		Kyoto University
Temple University	Sapienza University of Rome	Shanghai Jiao Tong University		Tohoku University
Johns Hopkins University	University of Palermo			
University of South Dakota	University of Montpellier			
Université de Montréal	University of Basel			

これらの大学間連携における主な研究テーマは以下のとおりである。

国・地域	外国大学	インド大学	研究
米国	University at Buffalo	Indian Institute of Technology AMRI Institute of Neuroscience	両者は、オペラント条件付けパラダイムで拡張された VR に基づくバランス訓練システムと、パーソナライズされた質量支援型バランス訓練システムの VR センターで協力した。
	Temple University	Indian Council of Agricultural Research	両者は、化学療法中の乳がん患者の不安を軽減し、気分の状態を向上させる気晴らし介入としての VR と音楽療法、および他の治療中の痛みと不安を和らげる気晴らし介

			入としての VR で協力した。
	Johns Hopkins University	VIT University Aravind Eye Hospital Alfaleus Technology Private Limited	両者は、頭部装着型 VR 視野検査機器の検証で協力した。
	University of South Dakota	University of Solapur	両者は、精神運動スキルおよび外科手術訓練のための整形外科シミュレーターで協力した。
	Université de Montréal	Jawaharlal Nehru Medical College	両者は、早期亜急性回復期の虚血性脳卒中患者のためのリハビリ指向の仮想現実端末で協力した。
欧州	University of Siena	Indian Council of Agricultural Research	両者は、化学療法中の乳がん患者の不安を軽減し、気分の状態を向上させる気晴らし介入としての VR と音楽療法、および他の治療中の痛みと不安を和らげる気晴らし介入としての VR で協力した。
	Sapienza University of Rome	Indian Council of Agricultural Research	両者は、化学療法中の乳がん患者の不安を軽減し、気分の状態を向上させる気晴らし介入としての VR と音楽療法、および他の治療中の痛みと不安を和らげる気晴らし介入としての VR で協力した。

	University of Palermo	Indian Council of Agricultural Research	両者は、文化遺産意識向上のために AR を組み合わせることで協力した。
	University of Montpellier	Indian Institute of Technology AMRI Institute of Neuroscience	両者は、パーソナライズされた質量支援型バランス訓練システムの VR センターで協力した。
	University of Basel	Jawaharlal Nehru Medical College	両者は、早期亜急性回復期の虚血性脳卒中患者のためのリハビリ指向の VR 端末で協力した。
中国	Beijing University of Technology	Bennett University	両者は、局所画像記述を使った 3 次元合成画像のモデルベースの品質指標で協力した。
	Shanghai Jiao Tong University	Jaypee University of Engineering and Technology	両者は、ヘルスケア・ソフトウェア・コンポーネントの特定および最適化のための VR シミュレーターの自己組織的設計で協力した。
日本	Kyoto University	Jawaharlal Nehru Medical College	両者は、早期亜急性回復期の虚血性脳卒中患者のためのリハビリ指向の仮想現実端末で協力した。
	Tohoku University	Indian Institute of Technology AMRI Institute of Neuroscience	両者は、パーソナライズされた質量支援型バランス訓練システムの VR センターで協力した。

3.2.5.4. 主要な研究機関と研究者

企業

インドで当該分野における特許件数の多い企業は以下のとおりである。

企業	国	特許件数
Mesbro Technologies	India	11

Samsung Electronics	South Korea	6
Tata Consultancy Services	India	5
Wipro	India	3
Qualcomm	United States	3
VMware	United States	2
Zensar Technologies	India	2
Accenture Global Solutions	Ireland	2
Aufenbach Private	India	2
Triumb Technologies Pvt	India	2

これらの企業が注力する技術は以下の通りである。

- インド拠点の Mesbro Technologies - 数例として、不動産、建設、インテリアデザイン、ショッピング、遠足、機械保全、災害対応、農業、教育および治療など
- Samsung - AR・VR および視覚欠陥診断を使ったマルチタスクの調査に加え、技術（高性能ヘッドセット）の開発
- Tata Consultancy Services (TCS) - 映像重複、身体動作認識および屋内ナビゲーション
- Wipro - 物体検出・分析、ショッピング、診断、リアルタイム支援およびコンテンツ作成
- Qualcomm - 技術開発および表面上の機器からの映像投影
- VMware - 物体検出・分析およびゲームで使われるスライス管理、また、Zensar Technologies は、ユーザーモニタリング、タスク推薦システムおよびバーチャルビデオ会議に取り組んでいる。
- Accenture - ショッピングのサポートおよび端末の異常検出

大学・研究機関

インドで当該分野における特許件数の多い大学・研究機関は以下のとおりである。

大学・研究機関	国	特許件数
Chitkara Innovation Incubator Foundation	India	11
Bharath Institute of Higher Education & Research	India	6
RMD Engineering College	India	5
SRM Institute of Science & Technology	India	3
University of Amity	India	3
Amrita Vishwa Vidyapeetham	India	2
KCG College of Technology	India	2
Lovely Professional University	India	2
Patil Institute of Technology	India	2

Saveetha Dental College & Hospitals Saveetha University	India	2
---	-------	---

これらの大学・研究機関が着目している技術は以下の通りである。

- Chitkara Innovation Incubator Foundation - 教育、仮想運転および技術開発におけるAR-VRアプリケーション
- Bharath Institute of Higher Education & Research - 料理中のシミュレーションや食材特定アプリケーションなどのヘルスケア・アプリケーション
- RMD Engineering College - スマート・ヘルメット、装置校正アシスタントおよび試着アシスタント
- SRM Institute of Science & Technology - 対話形システム、ロボットインターフェースおよび恐怖症の治療
- University of Amity - 人工装具のモビリティ制御、安全ヘルメットおよび試験用不正行為防止装置
- Amrita Vishwa Vidyapeetham - 教育端末およびポーリング端末。一方 KCG College of Technology は、車両誘導システムに取り組んでいる。
- Lovely Professional University および DY Patil Institute of Technology - セキュリティシステム、ヘルスケア・アプリケーションおよび物体特定
- Saveetha Dental College & Hospitals - 歯科治療の訓練とシミュレーション

主要な研究者

上述した、当該分野において特許出願件数の多い企業・大学・研究機関における、主要な研究者は以下のとおりである。なお、一機関に複数のトップ研究者が所属しているというケースがあるため、トップ機関ごとにトップ研究者を挙げた。

研究者	所属	国	特許件数
Ajgaonkar Bhaskar Vijay	Mesbro Technologies	India	49
Mantri Archana	Chitkara Innovation Incubator Foundation	India	9
Singh Narinder Pal	Chitkara Innovation Incubator Foundation	India	5
Lakshmikantha Sandeep Kanakapura	Qualcomm	United States	4
Melkote Krishnaprasad Vinay	Qualcomm	United States	4
Rao Ajit Venkat	Qualcomm	United States	4
Sharma Bhanu	Chitkara Innovation Incubator Foundation	India	4
Hebbalaguppe Ramya Sugnana Murthy	Tata Consultancy Services	India	3

Joshi Lekh Omprakash	Triumb Technologies Pvt Ltd	India	3
Kumar Anup	Samsung Electronics	South Korea	3

これらの研究者が取り組んでいる研究テーマは以下の通りである。

- Ajgaonkar Bhaskar Vijay (Mesbro Technologies) - 不動産、建設、インテリアデザイン、ショッピング、遠足、機械保全、災害対応、農業、教育および治療
- Mantri Archana、Singh Narinder Pal および Sharma Bhanu (全員 Chitkara Innovation Incubator Foundation) - 学習を容易にするための AR/VR の取り込み
- Lakshmikantha Sandeep Kanakapura、Melkote Krishnaprasad Vinay および Rao Ajit Venkat (Qualcomm) - 端末から行われる映像投影のフィールド適用
- Hebbalaguppe Ramya Sugnana Murthy (TCS) - 様々な身体部分のジェスチャー認識
- Joshi Lekh Omprakash (Triumb Technologies) - 技術開発および仮想手段を通じた行動コーチング
- Kumar Anup (Samsung) - システム推奨、習慣に基づく次の動作予測およびコンテンツ作成

また、科学論文から特定された主な研究者の一覧は以下のとおりである。

研究者	所属	特許件数
Andrea Chirico	Sapienza University of Rome	2
Anirban Dutta	University at Buffalo	2
Antonio Giordano	Temple University	2
David S Friedman	Johns Hopkins University	2
Deepesh Kumar	Indian Institute of Technology	2
Giuseppe De Pietro	Indian Council of Agricultural Research	2
Luigi Gallo	Indian Council of Agricultural Research	2
Lukas Mees	Johns Hopkins University	2
Paola Indovina	Temple University	2
Pavan Kumar	Central Agricultural University	2

これらの研究者が取り組んでいる研究テーマは以下の通りである。

- Andrea Chirico, Antonio Giordano、Giuseppe De Pietro、Luigi Gallo および Paola Indovina - 化学療法中の乳がん患者または他の治療中の患者一般の不安や痛み、苦痛を軽減し、気分を向上させる気晴らし介入としての VR と音楽療法
- Anirban Dutta および Deepesh Kumar - オペラント条件付けパラダイムで拡張された VR ベースのバランス訓練システムと、パーソナライズされた質量支援型バランス訓練システム

ムの VR センター

- David S Friedman、Lukas Mees および Pavan Kumar - 頭部装着型 VR 視野検査機器の検証

4. 人工知能（AI）と機械学習（ML）

4.1. AI/ML 分野概況

人工知能は、定期的なイノベーションがなくなることがないため、常に投資家のお気に入りである。この関心分野は、機械学習開発と合わさって多額の資金を呼び込む。人工知能が上手く適用される分野は数え切れないほどあり、技術的進歩と投資利益の両方の意味で成長を起すことができる。人工知能が今日の世界が直面する主な課題の一部に取り組み、企業や社会がより効率的に運営されるようにしているという事実が、その信頼性を高めている。

すでに数多くの既存および新規のスタートアップ企業がこの研究分野に関わっている。インドも多くのスタートアップ企業数を誇り、AI-ML 開発において上向きの成長傾向にある。

米国からの投資

Ginesys は、小売企業向けのエンドツーエンドの技術ソリューションプロバイダー大手で、CASA Retail AI へ 1000 万米ドルの戦略的投資を行い、同社の顧客データ管理と報酬機能を強化することを発表した。また、Abacus.AI も、ムンバイにある自社 R&D 部門に 5000 万米ドルを投資すると発表した。こうした動きは、現地の AI-ML 専門家たちを育成し、インドにつながり留める一助となる。このため、米国を拠点とするベンチャーキャピタル企業の Dallas Venture Capital は、インドへの資金を別途 5000 万米ドル調達した。こういった計画から、インドの AI-ML への米国投資の傾向がわかってくる。

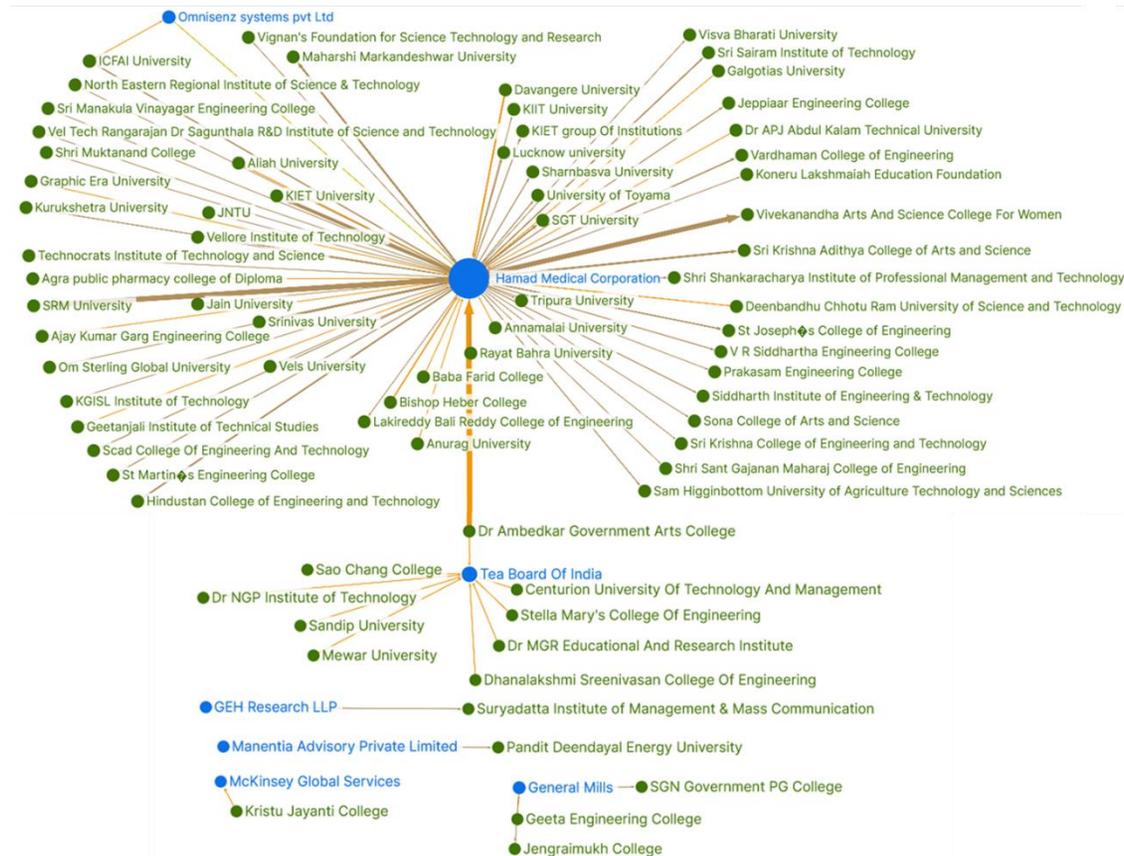
欧州からの投資

ルーヴェンを拠点とするインドとベルギーのスタートアップ企業 DPhi が、AI 世界市場を開拓するため、スイスの有名な AI 起業家で投資家、慈善家でもある Selçuk Boydak 氏から 30 万ユーロを獲得した。インドの技術系スタートアップ企業らが、2021 年に 32 億米ドル超の投資を獲得した点は注目すべきだろう。IDC の報告書では、インドの AI ソフトウェア市場は、欧州と連携して 2020 年の 27 億米ドルから CAGR 18.1% で成長し、2025 年までには 63 億米ドルに達すると予測されている。また、インドとドイツの間では、AI 分野での協力に向けた正式な会談が行われている。

4.2. インドと主要国の共同研究の実態

4.2.1. 共同特許出願から把握される連携状況

以下のネットワークグラフは、共同特許出願に基づき、インドの企業・大学と連携している各国企業・大学を示したものである。企業名は青字で、大学名は緑字で示されている。エッジの厚みは特許件数の多さを示す。

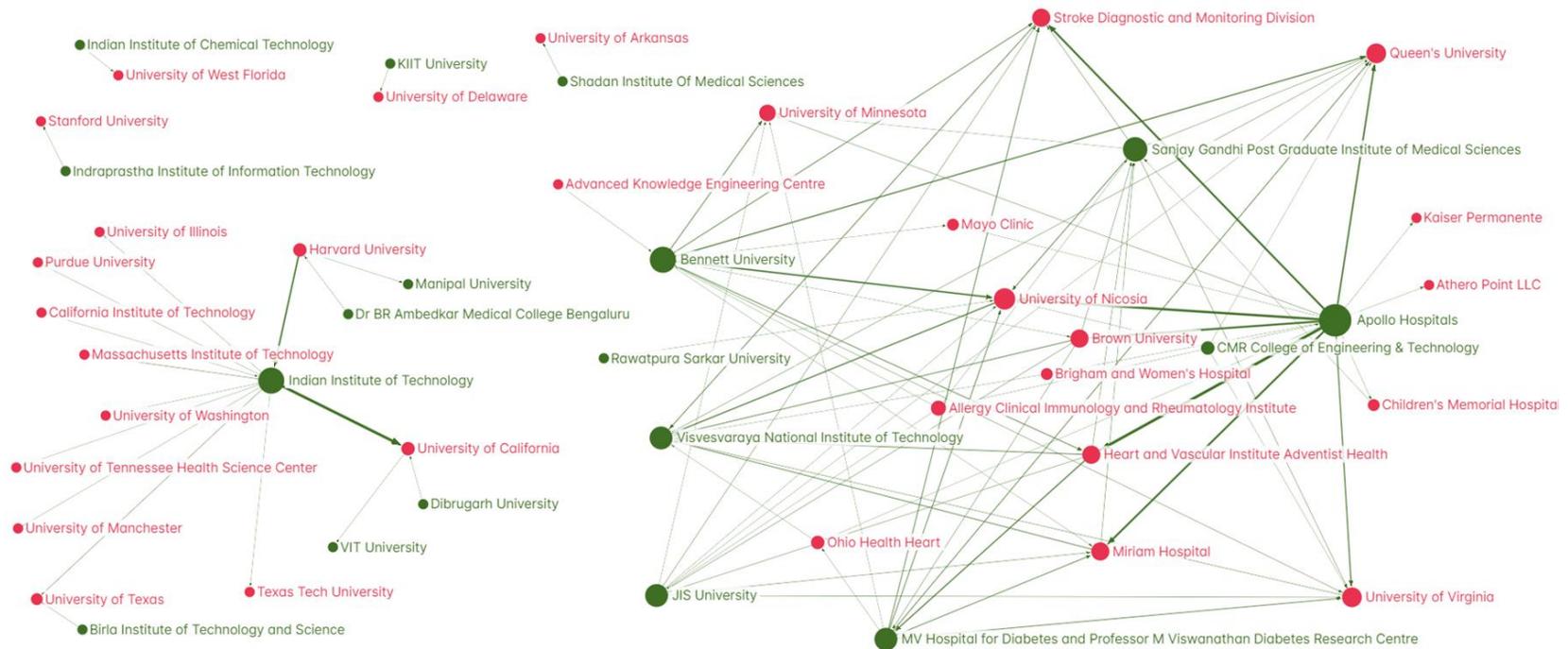


4.2.2. 共著論文から把握される連携状況

以下のネットワークグラフは、共著論文に基づき、インドの企業・大学・研究機関と連携している米国・欧州・中国・韓国・日本の企業・大学・研究機関を示したものである。エッジの厚みは共著論文数の多さを示す。

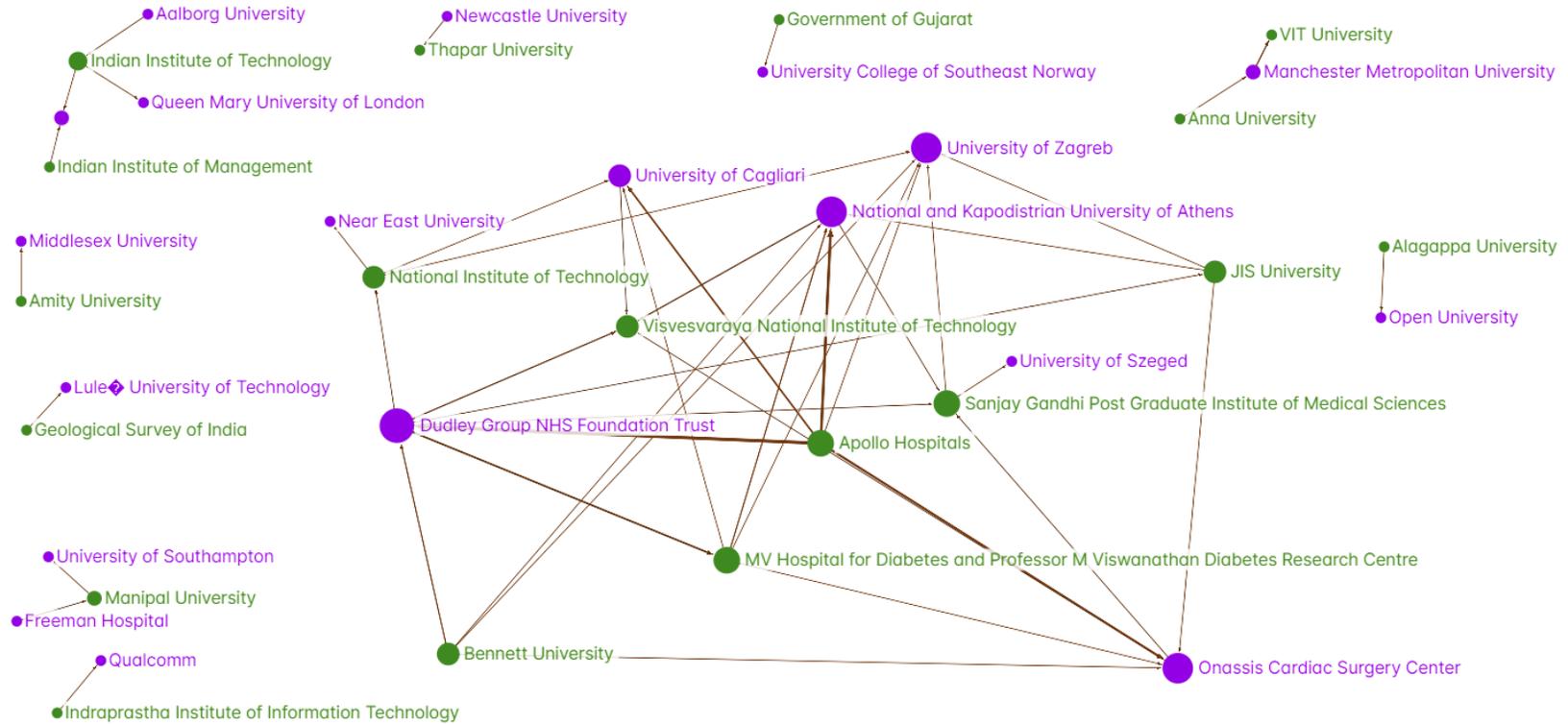
米国

米国企業・大学・研究機関は赤色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



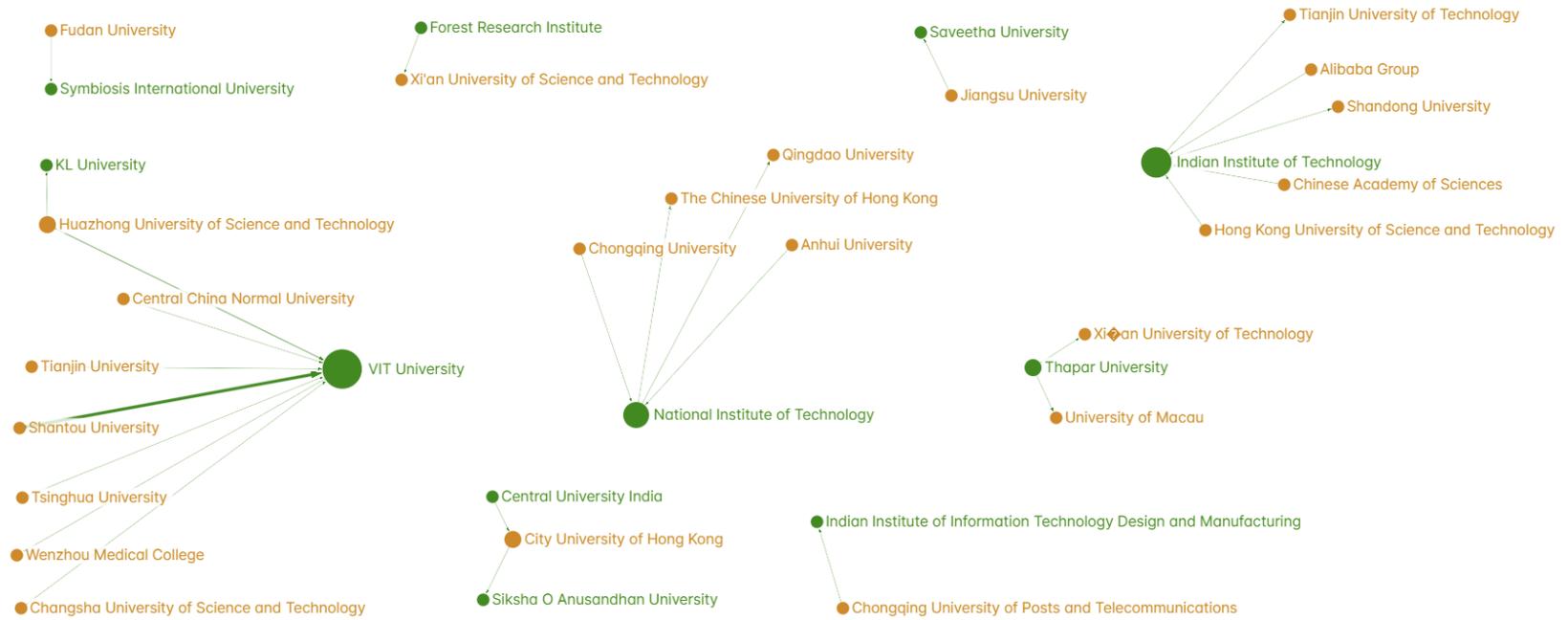
欧州

欧州企業・大学・研究機関は紫色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



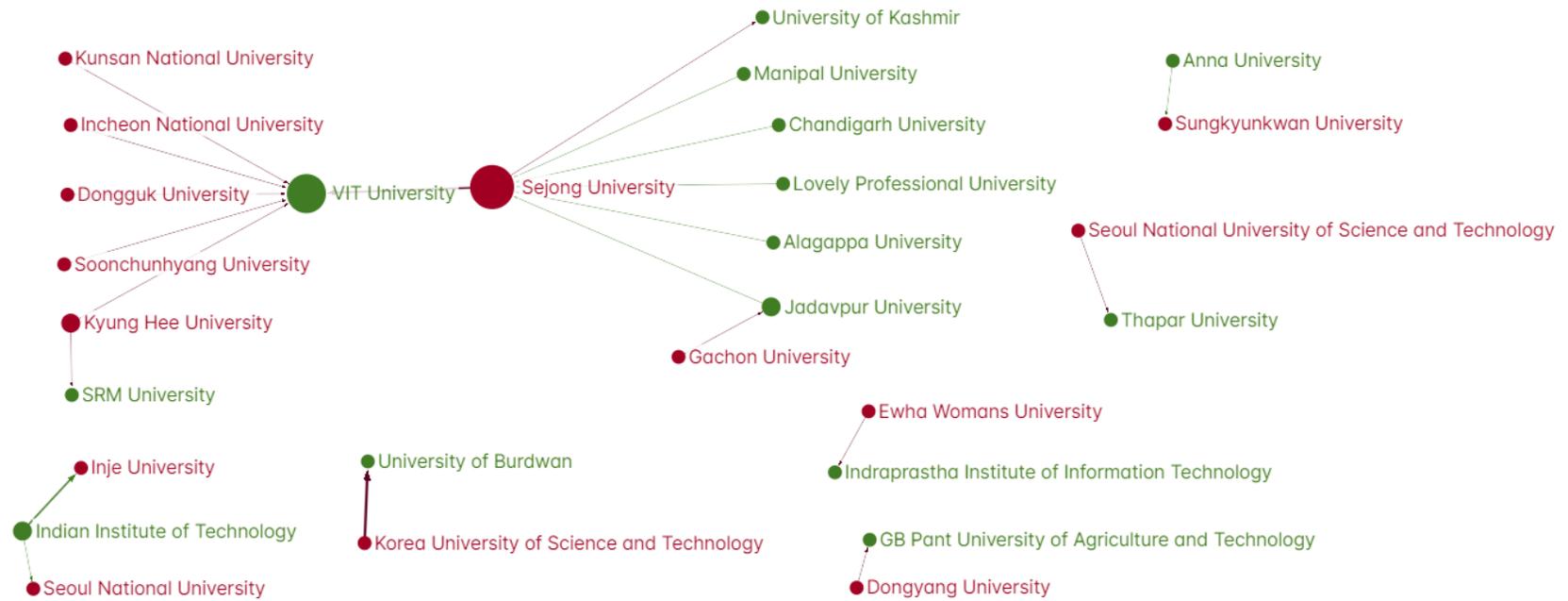
中国

中国企業・大学・研究機関はオレンジ色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



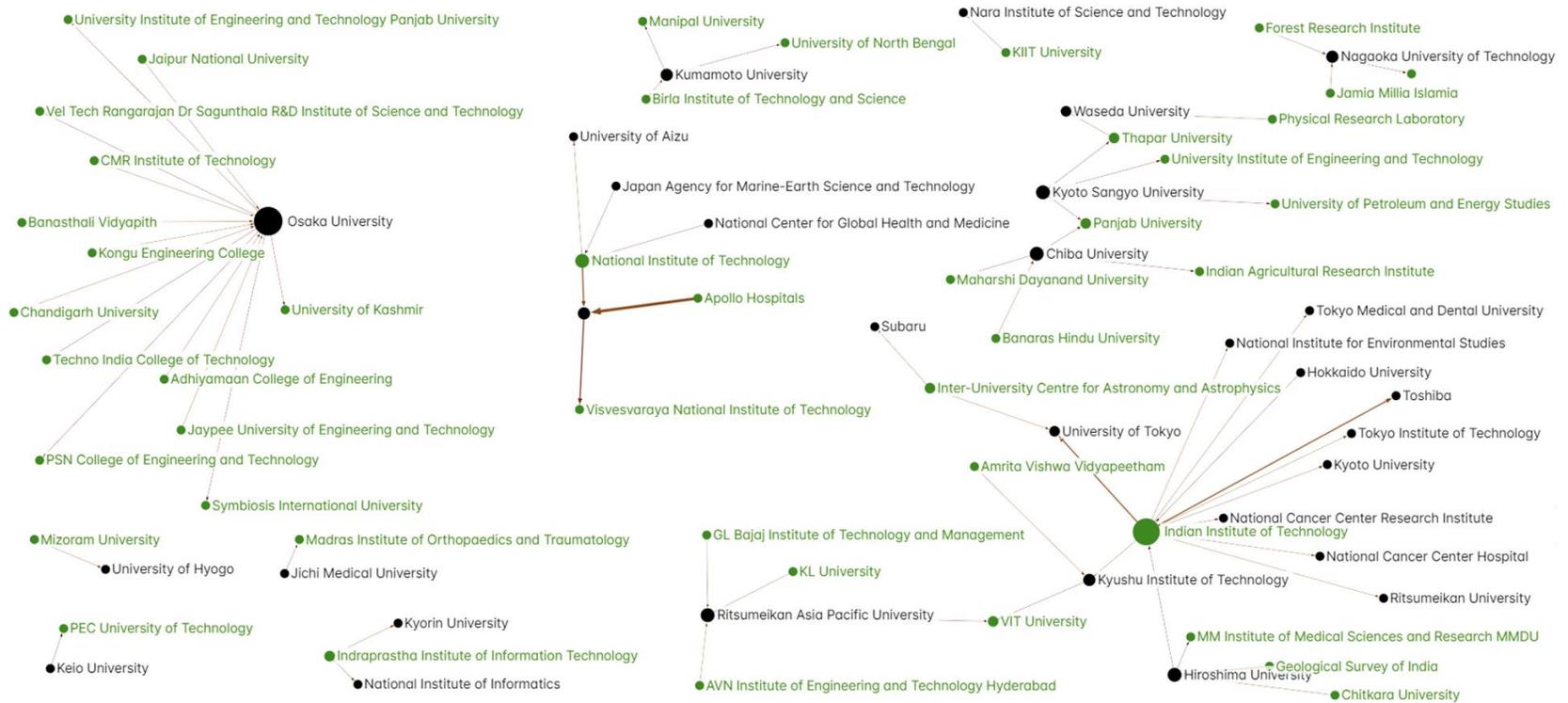
韓国

韓国企業・大学・研究機関は赤褐色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



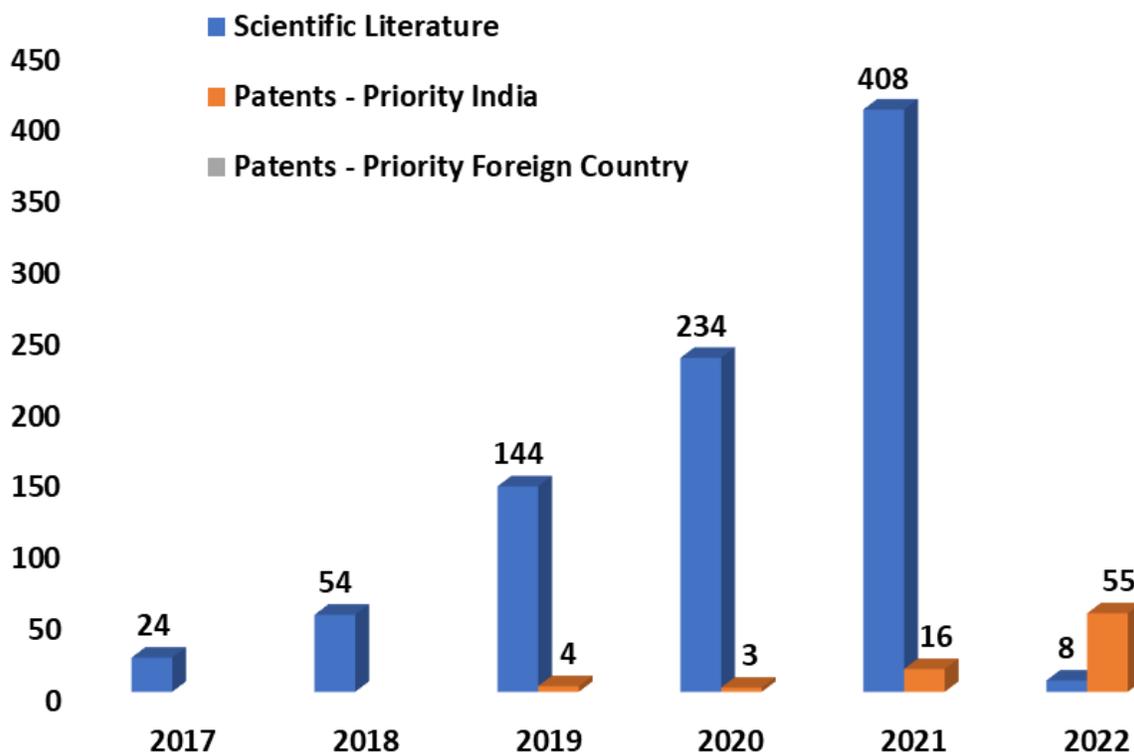
日本

日本企業・大学・研究機関は黒色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



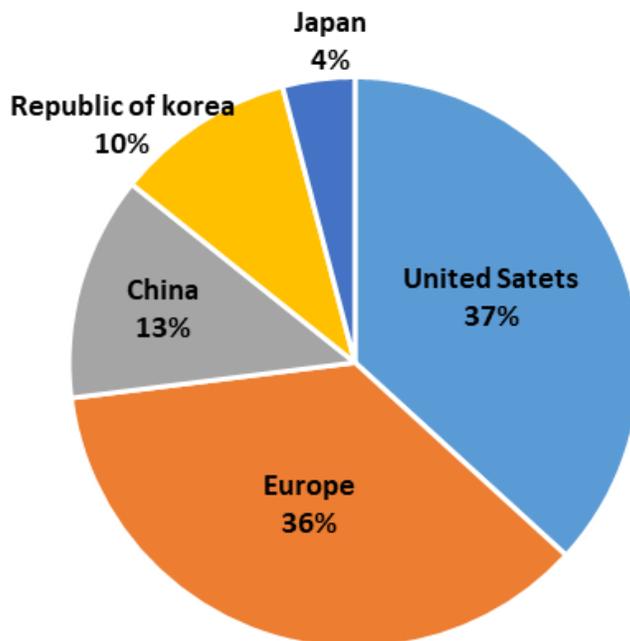
4.2.3. 共同研究の成果の扱い

下のグラフは、外国とインドで連携が行われている特許出願のうち、インドを優先権主張国としてインドへ出願されたもの、外国を優先権主張国としてインドへ出願されたもの、外国とインドの共著論文の件数、を比較したものである。このグラフから、共同研究の成果として多くの共著論文が作成されている一方で、当該成果はインドへの出願という形には結実していないことが明らかになった。



4.2.4. 日本と主要国との比較

多くの外国企業・大学・研究機関はインド企業・大学・研究機関と連携し、当該分野において相当数の共同特許出願と共著論文を発行している。以下の円グラフは、共同特許出願と共著論文の合計件数について、日本と、米国、欧州、中国、韓国とを比較した結果である。



インドと外国の共同特許出願と共著論文の総数に占める割合のうち、37%が米国との連携によるもので、その後に欧州（36%）、中国（13%）そして韓国（10%）が続く。日本との連携はわずか4%である。

4.2.5. 参考情報：具体的な連携事例（連携主体／研究内容／研究者）

4.2.5.1. 特許出願情報に基づく、外国企業とインドの連携

外国企業	インド研究機関	研究
Accenture	Devi Ahilya Vishvavidyalaya	両者は、組織内での従業員のやり取りを分析し、従業員が自身のプロとしてのスキルと倫理を組織向上のために提供するようタスクを計画する、機械学習に基づく枠組みを開発した。この発明は、既に利用可能な分析システムを機械学習枠組みと統合させて分析能力を強化し、より
	Koneru Lakshmaiah Education Foundation	

		成功する方法へ繋げていくことに着目している。
	K L University	両者は、畳み込みニューラルネットワーク、サポートベクターマシン、線形回帰および k 平均法の組み合わせにより土壌条件を監視するロボット車を開発した。3つのセンサーと、カメラ、pH センサー、土壌水分量センサーが 1 つずつ採用されている。これらのセンサーからは、データ、タイムスタンプおよび場所についての詳細が収集され、IoT モジュールを採用するインターネット経由でこの製品専用のサーバーへ送られる。センサーは、パラメーターを使って土壌の種類と状態を検知する。別々の土壌から集められたデータは分類され、アンサンブル機械学習モデルを訓練するために使われる。モデルが訓練されると、信頼性のある予測モデルとして運用することができる。
	Sri Krishna Devaraya Engineering College	
	Vellore Institute of Technology	
General Mills	Jengraimukh College	両者は、記憶装置や埋め込み機械学習インターフェースなどの構成要素を活用し、1つまたは複数の条件特異の細胞変数と組み合わせで変異型が誘発する変化を調べることでゲノム配列からオミクロン変異ウイルスを検出する機械学習ベースのシステムと方法を開発した。また、どちらも深層学習に基づくシステムと方法に関する発明も提示した。これは、視覚データを調べ、画像読取および分析ツールを開発することで、異なる条件で変異型が誘発する最大絶対変化量を計算することにより、遅延造影 MRI を分析して新型コロナウイルスを特定するものである。
	SGN Government PG College	両者は、記憶装置や埋め込み機械学習インターフェースなどの構成要素を活用し、1つまたは複数の条件特異の細胞変数と組み合わせで変異型が誘発する変化を

		調べることでゲノム配列からオミクロン変異ウイルスを検出する機械学習に基づくシステムと方法を開発した。
	Geeta Engineering College	両者は、機械学習に基づくシステムを通じたインターネットファイアウォールの処理および実装方法を開発した。これは、機械学習インターフェースと併せて、ファイアウォールが利用期間中に受信した接続要求のためのファイアウォール利用データを受信する 1 つまたは複数の処理装置を伴う。また、どちらも深層学習に基づくシステムと方法に関する発明も開示した。これは、視覚データを調べ、画像読取および分析ツールを開発することで、異なる条件で変異型が誘発する最大絶対変化量を計算することにより、遅延造影 MRI を分析して新型コロナウイルスを特定するものである。
	Visveswaraya Technological University	両者は、記憶装置や埋め込み機械学習インターフェースなどの構成要素を活用し、1 つまたは複数の条件特異の細胞変数と組み合わせで変異型が誘発する変化を調べることでゲノム配列からオミクロン変異ウイルスを検出する機械学習ベースのシステムと方法を開発した。
	Chandigarh University	両者は、機械学習に基づくシステムを通じたインターネットファイアウォールの処理および実装方法を開発した。これは、機械学習インターフェースと併せて、ファイアウォールが利用期間中に受信した接続要求のためのファイアウォール利用データを受信する 1 つまたは複数の処理装置を伴う。
Hamad Medical Corporation	Dr Ambedkar Government Arts College	両者は、IoT と ML を活用してリアルタイムで畑を監視して、土壌の水分と温度を正確に測定できるツールを開発し、ネットワーク内で円滑にデータが拡散されるよう、機械学習アルゴリズムを使って最

		<p>新の教育システムに実装可能なフォグ・コンピューティング技術を調査し、深層ニューラルベースの適応ファジィシステムを使用して、様々ながん（口腔、血液、肺、乳房、口、腫瘍の大きさ）や他の病気（脳、腎臓、肺および心臓）をMLで検出しやすくした。このような疾患の予防薬を支援するツールも開発した。</p>
	SRM University	<p>両者は、ヘルスケア管理、果実認識および健康のためのカロリー量推定用機械学習アルゴリズムを使った腎臓病、心臓病、脳卒中、変形性関節症および2型糖尿病のAIに基づく予測と予防について特許を出願した。サイバー攻撃の脅威や詐欺アプリの侵入検知システムに関する特許出願も行われた。また、両者はPythonプログラミングを使い鳥の長距離移動の追跡と移動予測を、リアルタイム性格予測システムで主な特性を取り除きながら行った。技術面では、ビデオ通話体験や様々なオートメーション、認識および監視ツールの品質向上に向けたAIベースの知的システムの開発に関わった。</p>
	Vivekanandha Arts And Science College For Women	<p>両者は、ヘルスケア管理のための機械学習を使った脳、肝臓、甲状腺、腎臓、肺、心臓の病変組織およびデング熱、マラリア、乳がんなどその他の病気のAIおよびIoTに基づく検知と予防について特許を出願した。技術面では、IoTセンサーネットワークでのサイバー攻撃のAIに基づく予防と検知、および農業用自律型マルチタスクロボットが開発された。AIと機械学習アルゴリズムを使ったブロックチェーンとクラウド・コンピューティングに基づく犯罪デジタル鑑識捜査と予測に関する特許出願も行われた。</p>

	KIET University	両者は、ヘルスケア管理のための機械学習とデータマイニングを使った肝臓、心臓、寄生虫症および様々ながん（口腔、血液、肺、乳房、口、腫瘍の大きさ）の深層学習および AI に基づく検知と予防について特許を出願した。また、Python プログラミングでの機械学習を使った Twitter 感情分析についても特許を出願した。
	Srinivas University	両者は、以下についての特許を出願した。機械学習アルゴリズムを使い様々な要素に基づいて収穫高と肥料を予測するスマート農業システム、顔認識システムを使った IoT センサーネットワークでのサイバー攻撃の AI に基づく予防と検知、機械学習に基づく詐欺アプリの検知、視覚障害者を支援する会話ロボット、ヘルスケア管理のための機械学習とビッグデータを使った様々な乳がんの AI に基づく予防と検知。
IBM	M Kumarasamy College of Engineering	IBM およびその他の受託人は、機械学習に基づく生産ラインでの製品品質検査および、製品の異常を検出し、品質を監視するための画像処理システムを開発した。
	Mody University of Science and Technology	
	University of Delhi	
	Vardhaman College of Engineering	
	St Joseph's College of Engineering	IBM およびその他の受託人は、炭化水素貯留層からの生産管理のための機械学習に基づくコンピューター実装方法を発明した。炭化水素貯留層からの生産の効果的な管理において、先行技術の既存の技術上の不備を克服する方法を提供することを意図している。このコンピューター実装方法は、技術データと経済データをニューラル・ネットワーク・モデルと一緒に使い、炭化水素貯留層の生産業務を管理する。

Greaves Cotton Ltd	Sphoorthy Engineering College	両者は、ほぼリアルタイムの車両追跡を行い、利用可能な駐車スペースと関連サービスについてドライバーに通知する自動駐車センサー端末について特許を出願した。
	Jain University	
	Prathyusha Engineering College	
	Hindustan College of Engineering and Technology	
	Meenakshi Sundararajan Engineering College	

4.2.5.2. 共著論文に基づく、外国企業（米国・欧州・中国・韓国・日本）とインドの連携

外国企業	インド研究機関	研究
Bose Corporation	GB Pant Govt Engineering College	Bose Corp.およびその他の受託人は、土壌の圧密係数予測について、また、ロボティクス、人間活動モニタリング、スマートシステムおよびかすんだ画像のデジタル調査の分野で応用可能な霧除去のための新たな計算的アプローチについて研究を発表した。
	Indian Institutes of Information Technology	Bose Corp. およびその他の受託人は、土壌学的アプリケーションの地質学的側面を監視しやすくする、機械学習手法による土壌の圧密係数予測について研究を発表した。
	RM University	
	KIIT University	Bose Corp. およびその他の受託人は、画像分析アプリケーションの世界的な最適閾値を採用することによる効率的な多色検出方法について、また、ロボティクス、人間活動モニタリング、スマートシステムおよびかすんだ画像のデジタル調査の分野で応用可能な霧除去のための新たな計算的アプローチについて研究を発表した。
Chandigarh University		
Amazon.com	Indian Institute of Technology	Amazon.com および前述の受託人は、新たなポイント挿入時に通常値のグリッド

		を除外し、局所外れ値を持つ候補グリッドをふるいにかけるカーネル密度推定を使った、外れ値のグリッドベースの近似適応検出アプローチについての研究を公表した。
	Indian Institute of Tropical Meteorology	Amazon.com および前述の受託人は、IoT、ブロックチェーンおよび AI がクラウド・コンピューティングに与える革新的な影響についての研究を公表し、進化と傾向を調査することにより、クラウド・コンピューティングの進化に関する新たに生まれたパラダイムと技術を探るクラウド未来学の概念モデルを提案した。
	Indian Institutes of Information Technology	Amazon.com および前述の受託人は、土壌学的アプリケーションの地質学的側面を監視しやすくする、機械学習手法による土壌の圧密係数予測について研究を公表した。
	GB Pant Govt Engineering College	
	KIIT University	
IBM	Indraprastha Institute of Information Technology	IBM および提携する受託人は、ディープニューラルネットワークの分散トレーニングについての研究を行い、多数のニューラルネットワークの同期および非同期バリエーションを調査した。
	Society for Administration of Telemedicine and Healthcare Informatics New Delhi	IBM および提携する受託人は、遠隔医療分野内での AI の役割についての研究を行い、多様な実装方法について意見を述べることで、ヘルスケアにおいて AI が担うと認識されている役割の最新のおおまかな方向性を打ち出した。
	University of Madras	IBM および提携する受託人は、多分野にわたる総一次生産力と混合エコシステム上の PsnNET の予測についての研究を行った。どちらも熱帯の季節変動の影響下にある。
	Indian Institute of Technology	IBM および提携する受託人は、異なる粒度（ニューロン、特徴、層レベル）で動

		作する動的な可変努力ディープニューラルネットワーク、それが多様なシステムと統合する可能性、および予想されるアプリケーションについての研究を行った。
	VIT University	IBM および提携する受託人は、従来の機械学習手法を使った侵入検知システムの仕組みと、教師なしの特徴表現学習とディープニューラルネットワークが統合されたものを使った侵入検知システムの仕組みとの比較について研究し、その違いについて意見を述べた。
Adobe Systems	Delhi Technological University	Adobe およびその他の受託人は、ヒンディー語と英語が切り替わる言葉でのヘイトスピーチの検出に関する論文を発表し、文章表現を正確に捉える変換技法を調査した。
	Optum Global Advantage	
	Amrita Vishwa Vidyapeetham	Adobe およびその他の受託人は、重みが調整されたブースティングアンサンブル法を使った信用リスク予測のためのラフ集合に基づく特徴選択に関する論文を発表した。このアンサンブル法には、精度や曲線下面積などの評価指標による提案された分類器モデルの不確実性と不正確な確率のトレードオフ評価が含まれる。実験結果では、提案されたアンサンブル法が、他のベースおよびアンサンブル分類器による方法よりも性能が高いことが明らかになった。
	National Institute of Technology	
Indraprastha Institute of Information Technology	Adobe およびその他の受託人は、多様なデータセットと AI を用いて、新型コロナウイルスが米国の人々の心の健康に与えた影響を探る観察研究を行った。	
Google	Indian Institute of Technology	Google は受託人と連携し、把持された物体の圧力、同定および寸法ベース分析の様々な発展に向けた変形可能な固体力学によるロボットの把持動作分析に関する研究を行った。
	Photogauge India Private Limited	

	Sankara Nethralaya	Google と受託人は、既存技術で改善が見込まれる点の進展について意見し、最新動向を観察して今後の予測を行うことで、AI および深層学習の眼科への応用に関する共同研究を行った。
	Indian Institute of Science	Google は受託人と連携して、終わりのない機械学習に関する研究を行い、知的エージェントが数年をかけて継続的に多量の知識を習得し、時間をかけてより優れた学習者になることも可能にするソフトウェアアーキテクチャを開発することが主な目的であるという見解を示した。

4.2.5.3. インドの大学と外国（米国・欧州・中国・韓国・日本）の大学の主要な連携

インドの大学と連携している各国の大学は以下のとおりである。

米国	欧州	中国	韓国	日本
University of California	University of Nicosia	Shantou University	Sejong University	Toho University
University of Texas	University of Cambridge	Tsinghua University	Sungkyunkwan University	Osaka University
Harvard University	University of Cagliari	The Chinese University of Hong Kong	Inje University	Hiroshima University
University of Virginia	National and Kapodistrian University of Athens	Huazhong University of Science and Technology	Soonchunhyang University	University of Tokyo
Queen's University	Manchester Metropolitan University	Jiangsu University	Kyungpook National University	Nagaoka University of Technology

これらの大学間連携における主な研究テーマは以下のとおりである。

地域・国	外国大学	インド大学	研究
米国	University of California	Indian Institute of Technology	サービス集中型 IoT における機械学習が支援する情報管理方式、サービスデータ管理は、ランダムアクセスとサービス構成により、この異種環境では複雑な作業となっている。深層学習手法
		VIT University	
		Dibrugarh University	

		National Institute of Technology	を使ったてんかん発作の自動検知に使われる深層学習手法を使ったてんかん発作の検知、および機械学習と確率論呪法を使った神経画像モダリティと医療データの不確実性の取り扱い
		Karpagam University	
University of Texas		VIT University	人工知能時代における安全な知識管理の進歩、統計モデリングのための機械学習：垂直スピン注入磁化反転ランダムアクセスメモリのケース、ML 手法の適用に関してヘルスケアでの採用率を上げるための研究者への指針となる MIMIC データセットを使った集中治療室 (ICU) 環境での機械学習の適用
		University of Kerala	
		Mizoram University	
		Indian Institutes of Information Technology	
		Indian Institute of Technology	
Harvard University		Indian Institute of Technology	神経画像に基づく精神疾患の診断分類を向上させるサイト調和 ABIDE データセットでの機能的結合に基づく自閉症の検知、アウトカム指標とサンゴ状結石のための経皮的腎結石摘出術後の無結石状態を予測するための人工知能に基づく分類器の適用：データの相互検証および精度評価、基礎的なリズムの予備知識のないリアルタイムの機械学習に基づく ICU アラーム分類
		Manipal University	
		Sanjay Gandhi Post Graduate Institute of Medical Sciences	
		Rawatpura Sarkar University	
		Gandhi Institute of Technology and Management	
University of Virginia		Visvesvaraya National Institute of Technology	機械学習を使った寒天培地上の細菌集落の自動集計、COVLIAS 1.0 の相互変動性研究：コンピューター断層撮影での新型コロナウイルスの肺のセグメンテーションのためのハイブリッド深層学習モデル、および無鉛 BaTiO ₃ ベースの電気熱量セラミック内の断熱温度変化の機械学習に基づく予測
		Sanjay Gandhi Post Graduate Institute of Medical Sciences	
		JIS University	
		Bennett University	
		Rawatpura Sarkar University	

	Queen's University	Visvesvaraya National Institute of Technology Sanjay Gandhi Post Graduate Institute of Medical Sciences Bennett University JIS University Rawatpura Sarkar University	CT 肺における新型コロナウイルス肺炎に対する非新型コロナウイルス肺炎の組織性状および分類のための 6 つの人工知能パラダイム、 総頸動脈の B モード超音波スキャンで高リスクのプラークを検知するための深層学習ベースの自動パラダイムは、 総頸動脈超音波スキャンでプラーク病変を早期に発見し定量化するための迅速かつ正確で、信頼性の高いソリューションであることを示している。
欧州	University of Nicosia	Visvesvaraya National Institute of Technology Bennett University Sanjay Gandhi Post Graduate Institute of Medical Sciences JIS University CMR College of Engineering & Technology	6 つのディープ AI モデルを使った頸動脈超音波プラーク組織性状および分類に関する多施設共同研究：脳卒中の応用、機械学習を使った低コスト心血管系リスク分類とアジア・インドコホートにおける頸動脈集束超音波治療、およびスーパーコンピューター上の深層学習パラダイムを使った超音波ベースの内頸動脈プラーク性状：心疾患・脳卒中リスク評価システム
		University of Cambridge Panjab University Indian Institute of Technology Symbiosis International University Presidency University Manipal University	人工知能に基づくハイブリッド深層学習画像分類モデル、6 つのディープ AI モデルを使った頸動脈超音波プラーク組織性状および分類に関する多施設共同研究：脳卒中の応用、および心疾患および脳卒中リスク予測評価モデルのための AI 枠組み：超音波治療を使った統合的アプローチの叙述的総説
		University of Cagliari Visvesvaraya National Institute of Technology National Institute of Technology JIS University	人工知能に基づくハイブリッド深層学習画像分類モデル、6 つのディープ AI モデルを使った頸動脈超音波プラーク組織性状および分類に関する多施設共同研究：脳卒中の応用、および心疾患

		Indian Institute of Technology Bennett University	および脳卒中リスク予測評価モデルのための AI 枠組み：超音波治療を使った統合的アプローチの叙説的総説
	National and Kapodistrian University of Athens	Visvesvaraya National Institute of Technology Sanjay Gandhi Post Graduate Institute of Medical Sciences JIS University Bennett University	弱訓練の脳 MRI データセットにある 3D 最適化パラダイムに埋め込まれた 7 つの人工知能モデルを使ったウィルソン病組織性状および分類：スーパーコンピューターの応用、推算系球体濾過量、超音波画像表現型、および人工知能の統合による慢性腎臓病患者の心疾患および脳卒中リスク評価は、正確で自動的な心疾患リスク評価と慢性腎臓病患者の生存率解析を送り出した。
	Manchester Metropolitan University	VIT University Anna University Galgotias University Thapar University Saveetha University	ホステル環境での IoT および機械学習を使った持続可能性の高い食品廃棄物管理、IoT アプリケーションでの協調ニューラルネットワークを使った強力なスパマー検知、およびスマートグリッドの安定性を予測する機械学習アルゴリズムの比較分析、ソフトウェア定義 IoT のための機械学習に基づく効率的で安全な配置機構は、M-RSU 配置により伝送遅延が減少し、DML ベースの IDS が、従来の ML アルゴリズムと比べて 89.82%の精度で悪意のある IoT を検知することを明らかにした。
中国	Shantou University	VIT University Tezpur University Indian Institute of Technology BMS Institute of Technology	機械学習に基づく顔の美しさの予測および顔ランドマークと従来の画像記述子を使った正面顔画像の分析 都市景観で植物の成長を利用するために葉の色を分離させる自動プログラムの使用実演に使われる、ツルメヒシバ (Axonopus commplenssus) の葉の色を自動的に分離させるためのシンプル

			な k 平均法クラスタリングアルゴリズムの調査
Tsinghua University	VIT University	Thapar University Indian Institute of Technology Indian Institute of Information Technology Aligarh Muslim University	ウェブレットニューラルネットワークを使った気候シグナルに基づく洪水予測、および新型コロナウイルスのような伝染病に対する人工知能技術：方法と課題
	Thapar University		
	Indian Institute of Technology		
	Indian Institute of Information Technology		
	Aligarh Muslim University		
The Chinese University of Hong Kong	National Institute of Technology	Sankara Nethralaya PEC University of Technology Madras Institute of Orthopaedics and Traumatology Indian Institute of Technology	眼科における人工知能：アジアでの進化は、AI を使ったデジタルヘルスケアシステムを、失明を治療するためのパズルピースの 1 つとして計画した。説明可能なアテンションモデルを使った高血圧の管理と脳出血の安定性のリスク要因特定への人工知能の応用
	Sankara Nethralaya		
	PEC University of Technology		
	Madras Institute of Orthopaedics and Traumatology		
	Indian Institute of Technology		
Huazhong University of Science and Technology	VIT University	North Orissa University Lovely Professional University	バイオ燃料電池のための薬草の循環ボルトンメトリープロセスでの安定した基準を決定する実験的および人工的知能、リチウムイオン電池の性能研究のための実験的な機械学習および特性評価法の解説、HPV および人間統合型ゲノムプロファイルに基づくキャプチャーシーケンシング、および機械学習法を使った頸部病変のリスク分類
	KL University		
	SRM University		
	North Orissa University		
	Lovely Professional University		
Jiangsu University	Saveetha University	Sharda University National Institute of Technology	医用画像および医薬品設計における深層学習、機械学習に基づくアプローチによる新たな Fe 基バルク金属ガラス工学、および知的交通のための AI に基づくエネルギー効率の高いルーティング・プロトコル
	Sharda University		
	National Institute of Technology		
韓国		VIT University	

Sejong University	Jadavpur University	統計および機械学習手法を使った水熱合成された ZnO 基色素増感太陽電池特性の分析と予測、AI・ML 手法および四肢まひ患者を支援するための AI・ML を動力とする深層学習脳ネットワークと IoT の組み合わせを使った産業用画像認証および改ざん位置特定のための二重透かしの枠組み
	University of Kashmir	
	Manipal University	
	Lovely Professional University	
	Chandigarh University	
Sungkyunkwan University	VIT University	AI・ML を使った機械学習を用いた CMS RPC 電流監視の新たなアプローチ、株価予測のためのランダムフォレスト、勾配ブースティングマシンおよびディープニューラルネットワークが比較のために使われている。
	Shri Guru Gobind Singhji Institute of Engineering and Technology	
	Panjab University	
	KL University	
	Indian Institute of Technology	
Inje University	Indian Institute of Technology	パーキンソン病患者の歩き方の特徴に対するドーパミン作動薬の効果を調べるための機械学習が支援するウェアラブルな加速度計ベースの自動システムの設計、ウェアラブルベースの歩行信号を使ったパーキンソン病のオン/オフ状態を検知するための教師あり機械学習アプローチ、および心疾患または脳卒中リスク精度評価に使われる頸部超音波でアテローム性動脈硬化の壁の厚さとプラーク量を併せて測定する 2 段階の人工知能モデル
	KIIT University	
	JIS University	
Soonchunhyang University	Thapar University	Strassen の Half of Threshold (SHoT) トレーニングアルゴリズムを使ったヘルスケア部門における多疾患分類モデル、ディープランダムフォレストパラダイムを使った視覚に基づく知的マルウェア検出および分類、および畳み込みニューラルネットワー
	Kongu Engineering College	
	Jaypee University of Information Technology	

		Galgotias University	ク、ランダムフォレストおよびブースティングを使った深層学習に基づくバグ深刻度分類手法
	Kyungpook National University	University of Petroleum and Energy Studies	人災、特に火災は、人命という点で多くの損害を引き起こすため、畳み込みニューラルネットワークに基づくの早期発見は有益である。eメールでのコミュニケーションに使われるデータ処理アプローチの強化による e メール分類の向上、結果としてメール受信が急増し、既存の e メール分類アプローチに膨大な負担が生じる。
		Anna University	
		VIT University	
		Reva Institute of Technology and Management	
		National Institute of Technology	
日本	Toho University	Visvesvaraya National Institute of Technology	心疾患または脳卒中リスクの予測計算機は、CVRMLの全体的なリスク分類精度がわかるよう、統計モデルと機械学習モデルを比較する。機械学習に基づく低コストの心疾患または脳卒中リスク評価システムを使い、心臓の機能を検知する
		National Institute of Technology	
日本	Osaka University	Vel Rangarajan Dr Sagunthala R&D Institute of Science and Technology	高価な IoT センサーの代わりにマイクロホン内蔵のスマートフォン端末上で経済的に活用することが可能な、農業機械の健康状態を監視するための IoT エッジ端末上の経済データ解析 AI 手法、 向上した精度でクリーンとランサムウェアを区別するために使われる、Android ランサムウェアを分析するための際立った特徴選択および機械学習に基づくハイブリッドアプローチで、このハイブリッドソリューションは、60 の際立った特徴を検討する中で、誤判定のない 99.85%の精度が確認されている。
		University of Kashmir	
		University Institute of Engineering and Technology Panjab University	
		Techno India College of Technology	
		Symbiosis International University	

Hiroshima University	MM Institute of Medical Sciences and Research MMDU	潜在的な地下水域の正確なマッピングに使われる「GISに基づくハイブリッドAI方法を使った潜在的な地下水のマッピング」は、消費と開拓のバランスを維持することで帯水層を再び十分に満たし、地下水資源の最適に利用できるようになるだろう。 土壌の透過係数予測のためのソフトコンピューティングモデルに関する比較研究、機械学習アプローチを使った災害時の短期トラフィック予測、および十分な注意を払って人間の苦痛や健康管理の問題を予防する人工知能対応ヘルスケア
	Indian Institute of Technology	
	Chitkara University	
University of Tokyo	Indian Institute of Technology	発見アルゴリズムによる、もしくは機械学習と相まった、またはその両方によるレンズ候補のサンプルの目視検査がクラウドソーシングされるというハイブリッドアプローチが、2020年代にはレンズを見つけるための実行可能な選択肢となるだろう。 道路の損傷を自動検出するための深層学習を使った注釈付き画データセット、および 機械学習アプローチを使った災害時の短期トラフィック予測の可能性について
	Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics	
Nagaoka University of Technology	Jamia Millia Islamia	表層崩壊感受性マッピングには、準乾燥地帯の表層崩壊マッピングプログラムにロジスティックモデル木モデルがあり、意思決定者、プランナー、土地利用管理者および政府機関がハザードとリスクを軽減しやすくなっている。 機械学習および統計的アプローチを使った土壌浸食のおそれが強い区域の特定、および バギング、ブースティング、スタッキングアンサンブル機械学習枠組みを備
	Forest Research Institute	

			えたサポートベクターマシンを使った、降雨量効果に関する山地流域における改善された地滑り評価
--	--	--	---

4.2.5.4. 主要な研究機関と研究者

企業

インドで当該分野における特許件数の多い企業は以下のとおりである。

企業	国	特許件数
Tata Consultancy Services	India	122
Accenture Global Solutions	Ireland	85
Samsung Electronics	South Korea	67
Mesbro Technologies	India	65
Wipro	India	51
Ingeniouz	India	18
HCL Technologies	India	15
VMware	United States	14
Intel	United States	14
Qure Ai Technologies Private	India	11

これらの企業が注力する技術は以下の通りである。

- **Tata Consultancy Services** - 深層学習および分子モデリングアプローチの可能性を活用するシステムと方法にわたる AI/ML の管理、自己学習メカニズムに基づく車両の利用と最適化の方法など
- **Accenture Global Solutions** - 医薬品で使われる自動スクリーニング用の、コンピューターで読み込み可能な記憶媒体などの AI/ML 端末、人間に関するデータおよび環境データの信頼性文脈データの決定など
- **Samsung Electronics** - センサーデータが非物体タッチに対応する時の、アンサンブルに基づく ML モデルに関する手法、近赤外 (NIR) 分光法データを使って血糖値を予測し、機械学習・深層学習基準を通じて手続き的な文章から一連の画像を生成する方法など
- **Mesbro Technologies** - オンライン教育システムブロックチェーン技術、およびウェブアプリケーションのチャットボットが起動しない場合のペットの遠隔医療と治療を求める方法など
- **Wipro** - IoT データをリアルタイムで分析し、予測を行うシステム、マルウェアを検知し

防ぐための認知セキュリティー・インテリジェンスを生成する方法など

- Ingeniouz - 医薬品の化学構造に基づく機械学習による医薬品設計の開発、廃棄物の自動分別とその監視システムへとつながる廃棄物の種類の解釈手法など
- HCL Technologies - フィールド・プログラマブル・アナログ・アレイ (FPAA) を AI と統合するシステム、AI を使った境界表現 (B-Rep) モデルなど
- VMware - コンピューティング環境におけるエージェントレスでベンダーに依存しない、安全な発見方法および特定のシステムデータ過負荷の判断など
- Intel - 作業負荷に基づく達成可能な機械学習演算ノードのための、また遠隔測定法、算出および温度測定基準を使った AI アクセラレータのための方法など
- Qure AI Technologies - 脳の自動モニタリングに向けて ASPECTS を算出するための、患者の健康と脳の NCCT 画像への関心を監視するコスト効率の良い安全な自動プロセスと、チャットプラットフォームとの統合

大学・研究機関

インドで当該分野における特許件数の多い大学・研究機関は以下のとおりである。

大学・研究機関	国	特許件数
Lovely Professional University	India	99
Hindusthan College Of Engineering & Technology	India	26
Graphic Era University	India	21
Chandigarh University	India	20
Teerthanker Mahaveer University	India	19
Shree Guru Gobind Singh Tricentenary University	India	15
Sharda University	India	14
Uttaranchal University	India	14
VIT University	India	14

これらの大学・研究機関が着目している技術は以下の通りである。

- Lovely Professional University - 深層学習を使ったマルチスペクトルの高分解能衛星画像自動注釈システム、肺腫瘍の早期発見システムなど
- Hindustan College of Engineering & Technology - ユーザーへの学生進路相談を行う AI/ML によるインテリジェントチャットボット、機械学習アプローチを使ったインドの農業における収穫高予測および予想など
- Graphic Era University - AI ベースの機械学習アプローチによるウェアラブルセンサーデータを使った患者のリハビリシステム、豊富で有益なホームセキュリティ目標はどれでも提供するクラウドコンピューティングシステム、高度なセキュリティシステムなど
- Chandigarh University - 視覚障害者をサポートし、障害物のない道を確保する知的誘導するシステム、自動で、迅速かつ正確、そしてタイムリーに使いやすい方法で脳腫瘍を検

知する医療画像処理腫瘍診断システム

- Teerthanker Mahaveer University - ユーザーが車両を運転する訓練を行っている間に起きた不具合と故障に関して、警告が出るごとに音声で通知するシステムなど
- Shree Guru Gobind Singh Tricentenary University - AIに基づく画像ユニットが備わったマルチレベルの護身用端末は、調整出力などに基づき、防御のための電気ショックを起こす。
- Sharda University - 加齢性黄斑変性症（AMD）を特定するために AMD に関連する症状を分析するように検証する眼科医。AMD に伴う合併症は、機械学習などによって画像で分析される。
- Uttaranchal University - エッジ端末を使って視覚障害者をサポートする知的制御装置システム、なぜなら物体発明は、より優れたより正確なテキスト読み上げサポートなどのため Google の TTS API を統合する。
- VIT University - 網膜内層の進行性変性のため深刻な眼・視力の問題につながることが多い、遺伝による異質性のある網膜疾患、音声ベースの物体認識システム Blind-aid など

主要な研究者

上述した、当該分野において特許出願件数の多い企業・大学・研究機関における、主要な研究者は以下のとおりである。なお、一機関に複数のトップ研究者が所属しているというケースがあるため、トップ機関ごとにトップ研究者を挙げた。

研究者	所属	国	特許件数
Balamurugan S	Mishra Aditya Development	India	72
Ajgaonkar Bhaskar Vijay	Mesbro Technologies	India	65
Sathian Brijesh	Hamad Medical Corporation	Qatar	54
Saravanan S	University of Madras	India	48
Singh Rajesh	Lovely Professional University	India	45
Jaiswal Sushma	Guru Ghasidas Vishwavidyalaya	India	45
Degadwala Sheshang	Sigma Institute of Engineering Vadodara	India	44
Pavithra G	Dayananda Sagar College of Engineering	India	41

Jaiswal Tarun	National Institute of Technology Raipur	India	39
Manjunath T C	Dayananda Sagar College of Engineering	India	26

これらの研究者が取り組んでいる研究テーマは以下の通りである。

- Balamurugan S (Mishra Aditya Development) - 歯科分野での手法、深層学習に基づき作物の品質を向上させる全方向性診断方式
- Ajaonkar Bhaskar Vijay (Mesbro Technologies) - オンライン教育システムブロックチェーン技術、およびウェブアプリケーションのチャットボットが起動しない場合のペットの遠隔医療と治療を求める方法
- Sathian Brijesh (Hamad Medical Corporation) - 機械学習アルゴリズムを使った IoT センサーネットワークでのセキュリティ攻撃の AI に基づく防止と検知、ビデオ通話体験の品質向上のための AI に基づく知的システム
- Saravanan S (University of Madras) - 機械学習、画像分割および深層学習アルゴリズムを使った産科の中央監視システムのための AI に基づくヘルスケア自動管理システム
- Singh Rajesh (Lovely Professional University) - 深層学習を使ったマルチスペクトルの高分解能衛星画像自動注釈システム、および災害管理分野
- Jaiswal Sushma (Guru Ghasidas Vishwavidyalaya) - ユーザーの声と身振り手振りでのネットワーク設定を行う、機械学習および AI モジュールに基づくシステム
- Degadwala Sheshang (Sigma Institute of Engineering Vadodara) - 教師あり機械学習を使って人間の感情と身振り手振りを認識する、脳とコンピューターをつなぐウェアラブルシステム、クラウド・コンピューティングを使って情報信号付きのデジタルメッセージを通信する IoT および 機械学習方法
- Pavithra G (Dayananda Sagar College of Engineering) - AI ベースの自動資材管理システム、IoT に基づくドライバー支援のための高度な知的交通システム
- Jaiswal Tarun (National Institute of Technology Raipur) - 自動運転車を訓練するための機械学習を使った知的予測・画像生成モデル
- Manjunath T C (Dayananda Sagar College of Engineering) - AI に基づくシステム、パーソナライズされたリアルタイムのセルフサービスチェックインシステムを宿泊客へ提供する、人間と機械学習のハイブリッド手法

また、科学論文から特定された主な研究者の一覧は以下のとおりである。

研究者	所属	特許件数
Jasjit S Suri	Stroke Monitoring and Diagnostic Division	29
Luca Saba	University of Cagliari	29
John R Laird	Heart and Vascular Institute	22

Narendra N Khanna	Apollo Hospitals	19
George D Kitas	Dudley Group NHS Foundation Trust	17
Amer M Johri	Queen's University	16
Andrew Nicolaides	University of Nicosia	16
Arun Kumar Sangaiah	VIT University	16
Vijay Viswanathan	MV Hospital for Diabetes	16
Aditya Sharma	University of Virginia	15

これらの研究者が取り組んでいる研究テーマは以下の通りである。

- Jasjit S Suri、Luca Saba、John R Laird、Narendra N Khanna、George D Kitas および Amer M Johri (Stroke Monitoring and Diagnostic Division、University of Cagliari、Heart and Vascular Institute、Apollo Hospitals、Dudley Group NHS Foundation Trust および Queen's University) - AI を使った急性呼吸器症候群に感染した肺の検知
- Andrew Nicolaides、Vijay Viswanathan および Aditya Sharma (University of Nicosia、MV Hospital for Diabetes および University of Virginia) - 機械学習に基づく低コストの心疾患・脳卒中リスク評価システム
- Arun Kumar Sangaiah (VIT University) - 未来のコンピューティングに向けたビッグデータに関する機械学習

5. ブロックチェーン

5.1. ブロックチェーン分野概況

ブロックチェーンは、選ばれた範囲の分野に数多くのアプリケーションを持つ栄光を与えられたデジタル台帳システムである。ブロックチェーンは暗号通貨という現代の通貨形式を生み出し、人々を感銘と混乱両方の渦に巻き込んだ。メリットもデメリットもかなりの数が挙げられるため、投資をするにはリスクな分野だとみなされている。これはサイバー犯罪が増えるにつれて事実となったが、資金調達スピードは徐々に上がっている。とにかく、ブロックチェーンは、その仕組みについて本当に細かい部分まで熟知していれば、数多くある魅力的な投資分野の一つとなる。反対に、特にインド市場に関しては、プロでない者がこの分野に参入するのは非常に難しい。

米国からの投資

単にリスクが絡んでいるからといって、投資が行われていないというわけではない。Octave Ventures は、自社初のインド投資 4200 万ルピー（約 50 万米ドル）をハイデラバードのブロックチェーン技術企業 TrayamBhu Tech Solutions Pvt. Limited へ行った。また、Cion Digital は最初の自社オフィスと R&D をプネに開設した。同社は 2022 年に 5 億ルピーの投資も行っており、ブロックチェーン技術の専門知識を持つエンジニアを 100 名超採用することを計画している。同社は暗号通貨での資金調達と支払いソリューションにも注力し、2022 年 1 月には 1200 万米ドルのシード資金を調達した。Mark Cuban などの起業家も、スタートアップ企業 Polygon を皮切りに、インドのブロックチェーン分野に投資を行った。

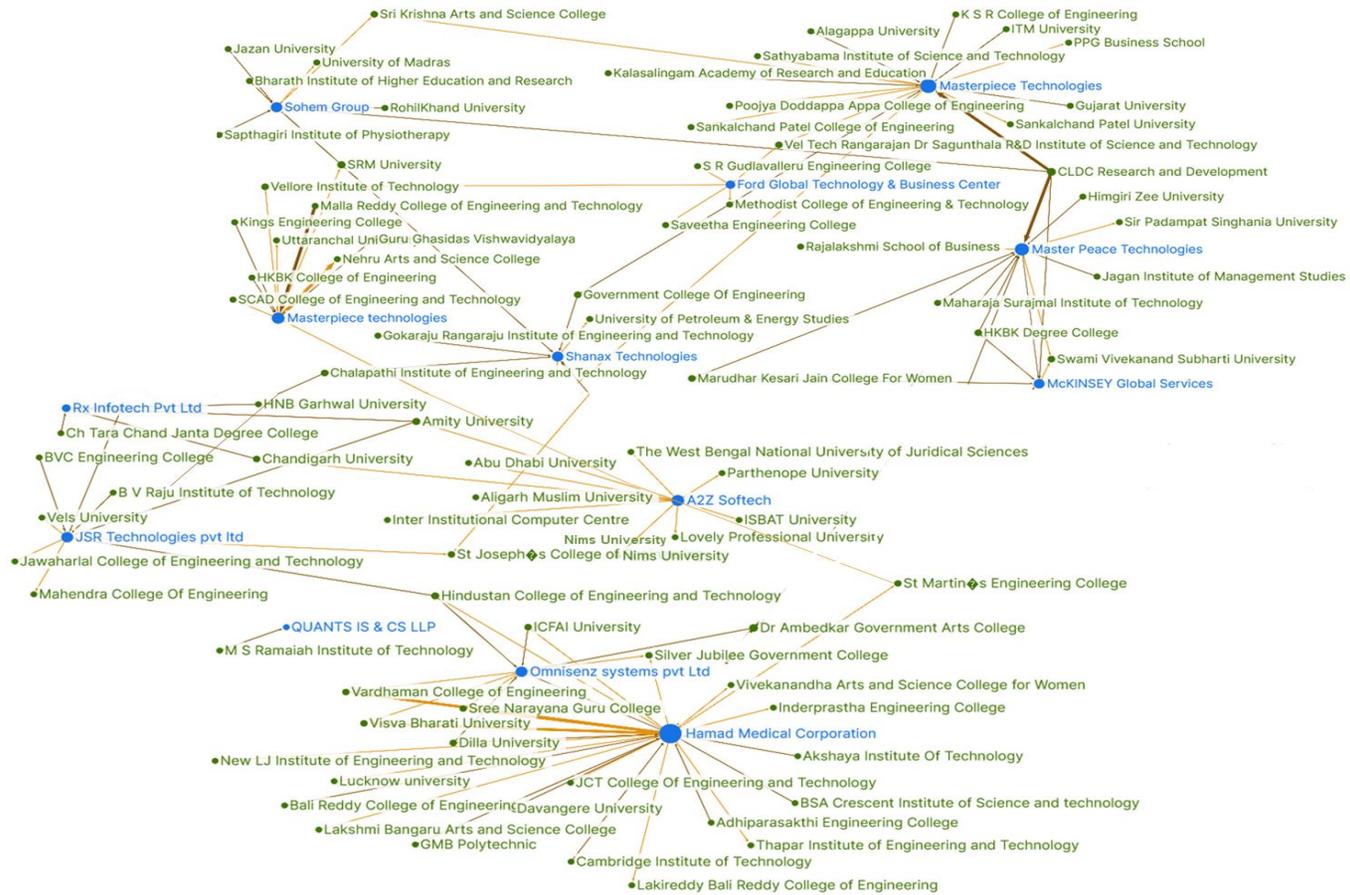
欧州からの投資

ブロックチェーン分野では、欧州によるインドへの投資や連携の取り組みは見いだせていない。

5.2. インドと主要国の共同研究の実態

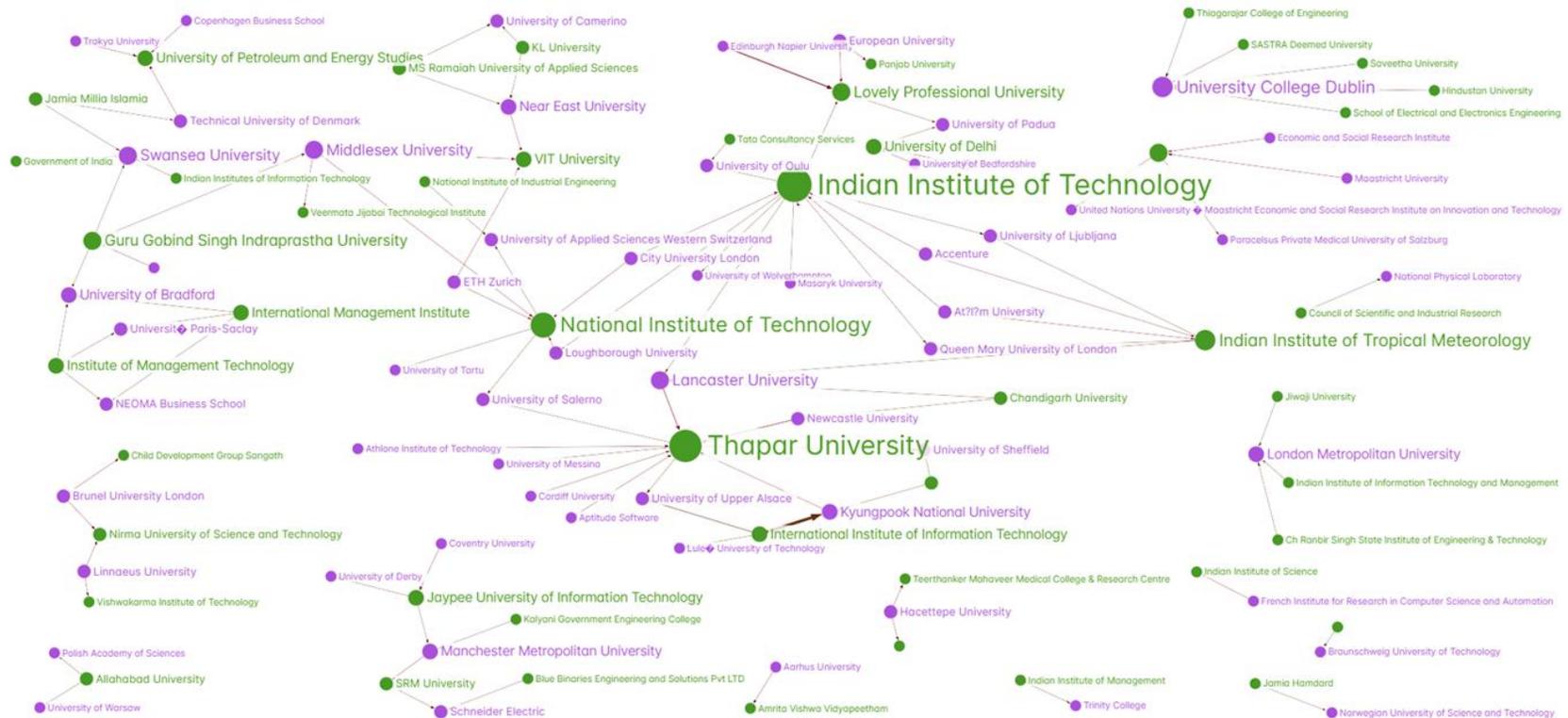
5.2.1. 共同特許出願から把握される連携状況

以下のネットワークグラフは、共同特許出願に基づき、インドの企業・大学と連携している各国企業・大学を示したものである。企業名は青字で、大学名は緑字で示されている。エッジの厚みは特許件数の多さを示す。



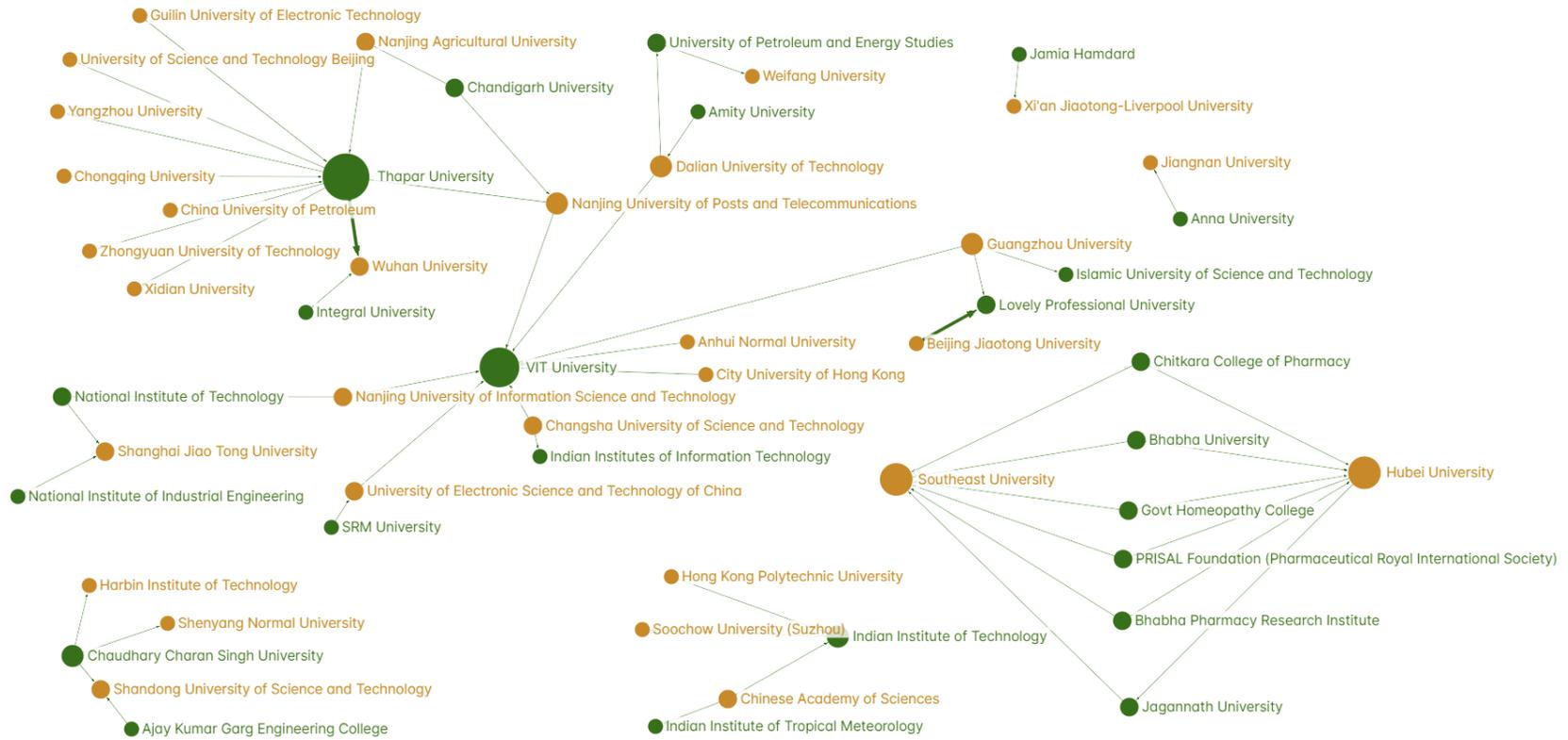
欧州

欧州企業・大学・研究機関は紫色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



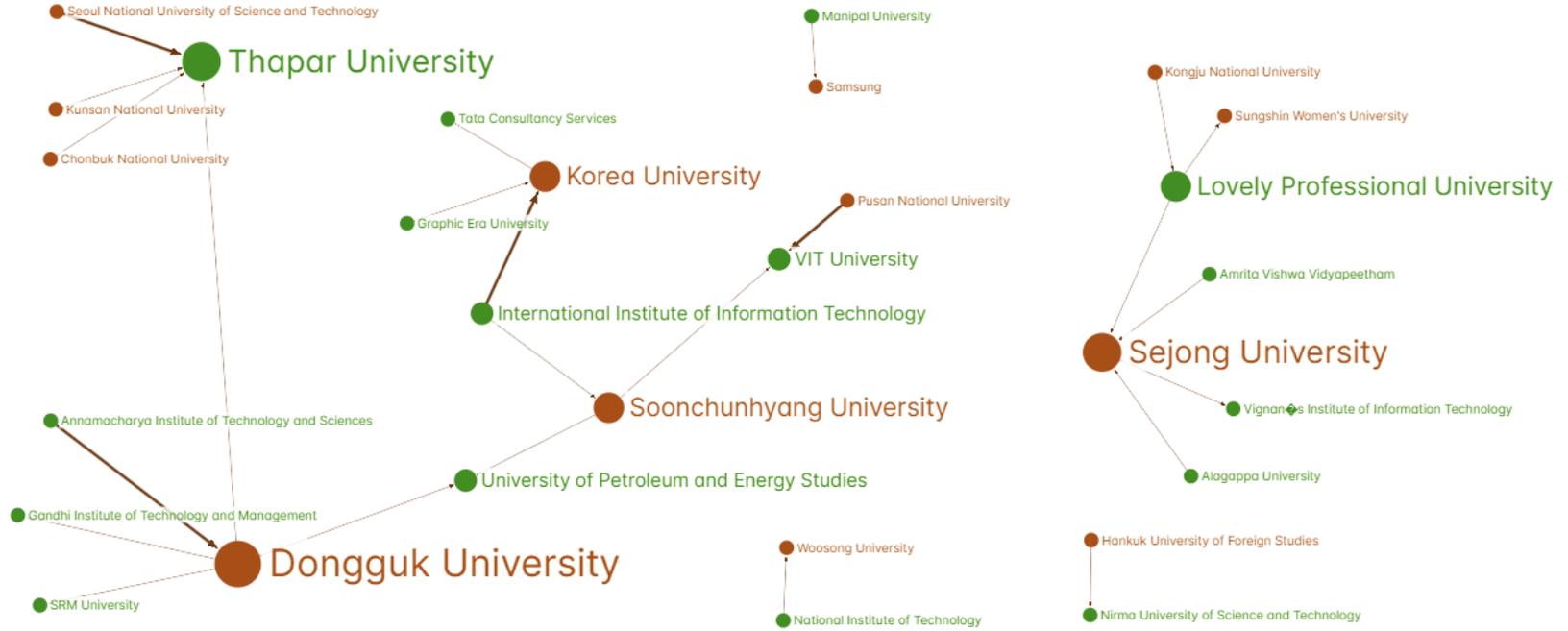
中国

中国企業・大学・研究機関はオレンジ色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



韓国

韓国企業・大学・研究機関は赤褐色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



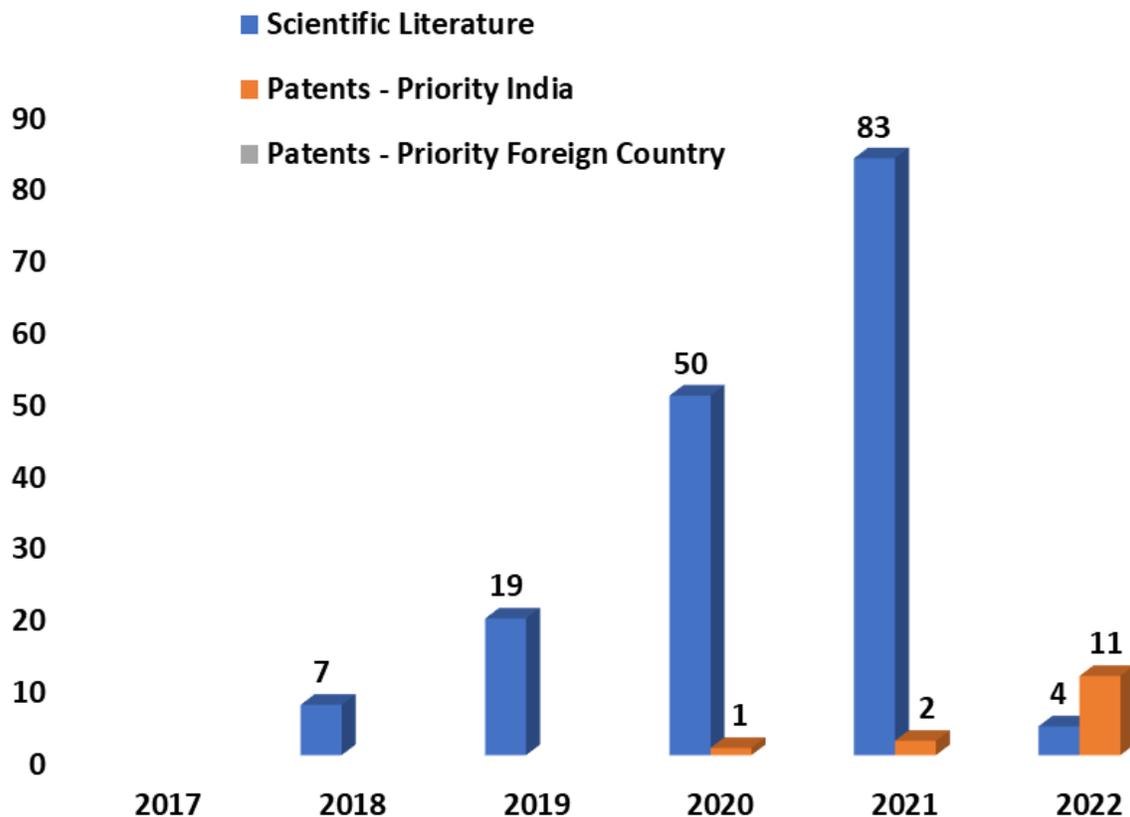
日本

日本企業・大学・研究機関は黒色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



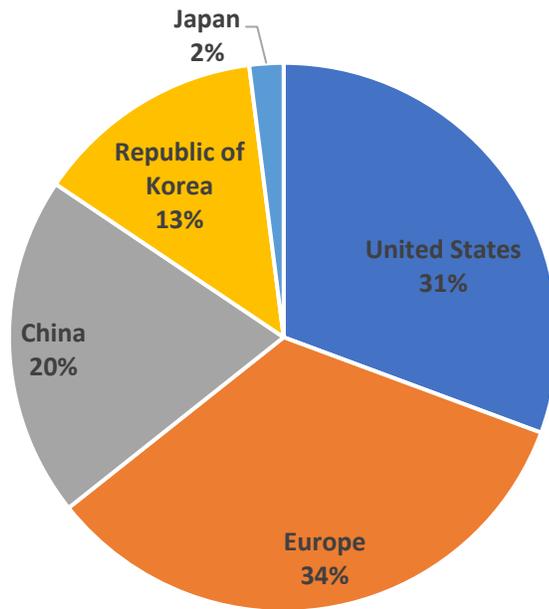
5.2.3. 共同研究の成果の扱い

下のグラフは、外国とインドで連携が行われている特許出願のうち、インドを優先権主張国としてインドへ出願されたもの、外国を優先権主張国としてインドへ出願されたもの、外国とインドの共著論文の件数、を比較したものである。このグラフから、共同研究の成果として多くの共著論文が作成されている一方で、当該成果はインドへの出願という形には結実していないことが明らかになった。



5.2.4. 日本と主要国との比較

多くの外国企業・大学・研究機関はインド企業・大学・研究機関と連携し、当該分野において相当数の共同特許出願と共著論文を発行している。以下の円グラフは、共同特許出願と共著論文の合計件数について、日本と、米国、欧州、中国、韓国とを比較した結果である。



インドと外国の共同特許出願と共著論文の総数に占める割合のうち、34%が欧州との連携によるもので、その後に米国（31%）、中国（20%）そして韓国（13%）が続く。日本との連携はわずか2%である。

5.2.5. 参考情報：具体的な連携事例（連携主体／研究内容／研究者）

5.2.5.1. 特許出願情報に基づく、外国企業とインドの連携

外国企業	インド研究機関	研究
Hamad Medical Corporation	Dr Ambedkar Government Arts College	両者は、灌漑全体と病原体の広がりを制御するスマート点滴灌漑システムを実装することによる稲などの植物の病気の検知と予防に関する特許を出願した。
	Adhiparasakthi Engineering College	両者は、犯罪デジタル鑑識捜査および予測に関する特許を出願した。これにより、証拠の完全性と出所という管轄区域を越える要件を満たされ、越境のデジタル鑑識捜査をより簡単かつ安全に行えるようになる。
	Akshaya Institute Of Technology	
	Bali Reddy College of Engineering	

	Davangere University	両者は、稲に起こる病気のリアルタイムでの監視と定期的な診断によるその検知と予防に関して特許を出願した。これにより、病気の存在を早い段階で知ることができ、コストの削減にもつながる。
Masterpiece Technologies	Nehru Arts and Science College	受託人は、ブロックチェーンに基づくクラウド・ストレージ・システムと android での新たな文書共有システムに関する特許を出願した。どちらも、データの保存と交換を行うための安全で信頼性の高いチャンネルを提供し、侵入やデータハッキングがないことを保証することで完全性を維持する。
	Malla Reddy College of Engineering and Technology	
	CLDC Research and Development	受託人は、小売販売店管理システムと android での新たな文書共有システムに関する特許を出願した。前者は円滑な小売サプライチェーンを確保し、後者は安全で信頼性の高いデータ交換システムを提供する。
	Sathyabama Institute of Science and Technology	受託人は、android での新たな文書共有システムに関する特許を出願した。暗号化された内容が意図された受信者にのみ届けられることを保証する、安全で信頼性の高いデータ交換システムを提供する。
	Vellore Institute of Technology	受託人は、ブロックチェーンに基づくクラウド・ストレージ・システムに関する特許を出願した。個人の機密データを保存するための安全な環境を実行可能で信頼性の高い技術で提供する。
McKinsey Global Services	Swami Vivekanand Subharti University	McKinsey と他の受託人は、パッケージに添付されたスマートラベルを伴う、ブロックチェーンに基づくサプライチェーン管理システムに関する特許を出願した。コンピューターシステムに保存されているブロックチェーンのブロックにアクセスするには、このスマートラベルを通すことが不可欠になり、このラベルを読み込むことで、製品の供給ルートが立てやすくなる。
	CLDC Research and Development	
	Marudhar Kesari Jain College For Women	
	Dr Ambedkar Government Arts College	
	Master Peace Technologies	

5.2.5.2. 共著論文に基づく、外国企業（米国・欧州・中国・韓国・日本）とインドの連携

外国企業	インド研究機関	研究
Cognizant	SRM University	Cognizant 他は、高収量・高利益のための作物の品質の監視と分類を行う新しいシステムの設計と開発、およびブロックチェーンを使ったインダストリー4.0における安全な IoT センサー通信システムについて研究を行った。 IoT センサー通信システムは、攻撃が成功する確率、システムによる攻撃検知のしやすさ、改ざん攻撃、認証遅延、IoT 端末の真正性を評価するという確率論的想定の影響を受ける。
	Jaypee University of Information Technology	Cognizant 他は、ブロックチェーンを使ったインダストリー4.0における安全な IoT センサー通信システムについて研究を行った。IoT センサー通信システムは、攻撃が成功する確率、システムによる攻撃検知のしやすさ、改ざん攻撃、認証遅延、IoT 端末の真正性を評価するという確率論的想定の影響を受ける。
	Saveetha University	
	Sreenivasa Institute of Technology and Management Studies	
Blue Binaries Engineering and Solutions Pvt LTD	Cognizant 他は、高収量・高利益のための作物の品質の監視と分類を行う新しいシステムの設計と開発について研究を行った。	
IBM	Indian Institute of Technology	IBM 他は、前述の配給制度の効率性向上に向け、オンチェーンおよびオフチェーンの信頼できるデータによる、ブロックチェーンを使ったインドの公共配給制度の概念モデルについての研究を行った。
	Krishna Engineering College	IBM 他は、ブロックチェーンに基づくオンライン教育コンテンツランキングについての研究を行った。このランキングは、分散型の信頼できるシステムを提供し、評価の整合性、独立性、および対象分野の専門家（SME）による内容のレビューの整合性を確保する。
	University of Petroleum and Energy Studies	

Schneider Electric	Blue Binaries Engineering and Solutions Pvt LTD	Schneider Electric と他の受託人は、高収量・高利益のための作物の品質の監視と分類を行う新しいシステムの設計と開発について研究を発表した。
	SRM University	
Intel	Manipal University	Intel と前述の受託人他は、医薬品サプライチェーンにおける問題に取り組み、そのための方法を見つけるためにハイブリッドブロックチェーン技術と一体化した推定されるモバイルアプリケーションについて研究を行った。
	VIT University	Intel と前述の受託人他は、糖尿病性心臓病予測のための安全なヘルスケア・アプリケーションにおけるブロックチェーンに基づくフォグ・コンピューティングの適用可能性について研究を行い、予測において採用された方法の効率性を示した。
Accenture	Indian Institute of Tropical Meteorology	Accenture および前述の受託人は、IoT、ブロックチェーンおよび AI がクラウド・コンピューティングに与える革新的な影響についての研究を発表し、進化と傾向を調査することにより、クラウド・コンピューティングの進化に関する新たに生まれたパラダイムと技術を探るクラウド未来学の概念モデルを提案した。
	Indian Institute of Technology	

5.2.5.3. インドの大学と外国（米国・欧州・中国・韓国・日本）の大学の主要な連携

インドの大学と連携している各国の大学は以下のとおりである。

米国	欧州	中国	韓国	日本
University of Texas	Newcastle University	Wuhan University	Kyungpook National University	University of Aizu
University of Kentucky	Lancaster University	Beijing Jiaotong University	Dongguk University	Fujitsu
University of California	Edinburgh Napier University	Nanjing University of Posts and Telecommunications	Sejong University	

Stevens Institute of Technology	University of Upper Alsace	University of Electronic Science and Technology of China	Korea University	
Vanderbilt University	University of Sheffield	Shandong University of Science and Technology	Soonchunhyang University	

これらの大学間連携における主な研究テーマは以下のとおりである。

国・地域	外国大学	インド大学	研究	
米国	University of Texas	Thapar University	両者は、SDN 対応の知的交通システムでのブロックチェーンに基づく安全なエネルギー取引、電子カルテシステムの安全性とプライバシー確保へのブロックチェーンの応用、およびスマート・コミュニティに関するブロックチェーンの動向について連携した。	
		Chandigarh University		
		Birla Institute of Technology and Science		
	University of Kentucky	Thapar University		両者は、未来のスマートコネクテッド国家のためのブロックチェーンに基づくクラウドファンディングプラットフォーム、ブロックチェーンシステムにおけるプライバシー保護、およびスマートグリッドシステムのためのブロックチェーンに基づくエネルギー取引制度に取り組んだ。
		Birla Institute of Technology and Science		
		Jaypee Institute of Information Technology		
		Nirma University of Science and Technology		

	University of California	VIT University	両者は、低リソース IoT を使ったブロックチェーンに基づく安全なスマート・シティ・アーキテクチャ、エラスティック仮想光ネットワーク間のブロックチェーンが支援する周波数取引、フォグ対応スマートグリッド向けのダブルブロックチェーンが支援する安全な匿名データ集計に取り組んだ。
		University of Calcutta	
		Siksha O Anusandhan University	
		Indian Institute of Technology	
	Stevens Institute of Technology	VNR Vignana Jyothi Institute of Engineering and Technology	両者は、クラウドでのキーレス署名基盤ブロックチェーン技術を使った電子カルテの保護、ブロックチェーン技術を使った分散型 IoT での認証および鍵管理、およびブロックチェーン技術を使った IoT の安全性とプライバシーの問題への対処について取り組んだ。
		International Institute of Information Technology	
		Thiagarajar College of Engineering	
		PTR College of Engineering and Technology	
		Galgotias University	
	Vanderbilt University	VIT University	両者は、ブロックチェーンとスマート・コントラクトを使った分散型車両盗難防止システム、およびブロックチェーンを使った物流システムとサプライチェーンの保護に取り組んだ。
		Veer mata Jijabai Technological Institute	
		National Institute of Technology	
		Kalyani Government Engineering College	
EU	Newcastle University	Thapar University	両者は、安全なソフトウェア定義の産業ネットワークのための深層
		Chandigarh University	

			学習に基づくブロックチェーン枠組み、スマートグリッドシステムでのブロックチェーンに基づく安全なデマンドレスポンス管理、エッジ・コンピューティング環境でのブロックチェーンを使った信頼性のあるデータ伝送メカニズム、およびエッジが構想する V2X 環境でのブロックチェーンベースの安全なデータ処理枠組みに取り組んだ。
	Lancaster University	Thapar University Chandigarh University Indian Institute of Tropical Meteorology Indian Institute of Technology	両者は、SDN 対応の知的交通システムでのブロックチェーンに基づく安全なエネルギー取引、スマートグリッドシステムでのブロックチェーンに基づく安全なデマンドレスポンス管理、IoT、ブロックチェーンおよび AI がクラウド・コンピューティングに与える革新的な影響、および SDN による V2G 環境での安全なエネルギー取引のためのブロックチェーンに基づくエッジ・アズ・ア・サービス (edge-as-a-service) 枠組みに取り組んだ。
	Edinburgh Napier University	Lovely Professional University	両者は、ブロックチェーン技術を通じた e コマ

			ース製品の分散されたアクセシビリティおよびポスト量子分散でのブロックチェーン枠組みに取り組んだ。
	University of Upper Alsace	International Institute of Information Technology Thapar University	両者は、スマート交通における車両のインターネットに向けたブロックチェーンが支援する証明書のない鍵合意プロトコル、ドローン環境の 5G ベースの IoT 対応インターネットに向けたブロックチェーンが構想する安全なデータ配信・収集方式、および IoT 対応の農業環境におけるプライベートブロックチェーンが構想する認証方式に取り組んだ。
	University of Sheffield	Thapar University Graphic Era University	両者は、V2G ネットワークでのエネルギー取引のための効率的なブロックチェーンベースの認証方式、コミュニティが交流するためのブロックチェーンに基づく安全な通信枠組み、および極めて重要な医薬品業界に向けた偽造医薬品へのブロックチェーンの応用に取り組んだ。
中国	Wuhan University	Thapar University	両者は、現在のヘルスケアシステムでのブロックチェーン技術の影響の大きさ、安全でプ

			<p>プライバシーを保護するブロックチェーンに基づくクラウドソーシングシステム、および車両通信システムの同等性テストによるブロックチェーンに基づくプロキシ再暗号化に取り組んだ。</p>
Beijing University	Jiaotong University	Lovely Professional University	<p>両者は、IoTにおけるプライバシーと認証が付いたブロックチェーンに基づくデータ・ストレージ、ワイヤレスセンサーネットワークでのブロックチェーンを動力とする範囲のない安全な位置特定、およびグローバルな人材情報管理のためのプライバシーを保護する分散型台帳枠組みに取り組んだ。</p>
Nanjing University of Posts and Telecommunications		Chandigarh University	<p>両者は、コンソーシアム型ブロックチェーンを使った安全なワイヤレスマルチメディア資源の価格設定を可能にすること、エッジ・コンピューティング環境でのブロックチェーンを使った信頼性のあるデータ伝送メカニズム、車両通信システムの同等性テストによるブロックチェーンに基づくプロキシ再暗号化、およびフォグ対応</p>
		Thapar University	
		VIT University	

			スマートグリッド向けのダブルブロックチェーンが支援する安全な匿名データ集計に取り組んだ。
	University of Electronic Science and Technology of China	SRM University	両者は、公共ブロックチェーンのリングの格子に基づくプライバシーを保護する階層的決定性鍵生成と、ブロックチェーン対応 IoMT 向け耐障害性バッチ検証プロトコルを備えたブロックチェーンに基づく ECDSA の設計に取り組んだ。
		VIT University	
	Shandong University of Science and Technology	Chaudhary Charan Singh University	両者は、IoT ネットワーク管理のための改善されたブロックチェーンベースの認証プロトコルと、ブロックチェーンを備えたコネクテッド車両システムで適用される2つの新たな半量子反射プロトコルに取り組んだ。
		Ajay Kumar Garg Engineering College	
韓国	Kyungpook National University	International Institute of Information Technology	両者は、プライベート型ブロックチェーンを使ったソフトウェア定義ネットワークのためのきめ細かなアクセス制御、IoE で悪意ある攻撃を検知し軽減するための AI 対応ブロックチェーンに基づくアクセス制御、医療 IoT 展開のためのブロックチェーンによる認証された鍵
		Graphic Era University	
		Thapar University	

			管理プロトコル、およびスマート交通における車両のインターネットに向けたブロックチェーンが支援する証明書のない鍵合意プロトコルに取り組んだ。
Dongguk University	Annamacharya Institute of Technology and Sciences	University of Petroleum and Energy Studies Thapar University SRM University Gandhi Institute of Technology and Management	両者は、グリーンIoTへ向けたブロックチェーン技術、複合クラウドデータ上のプライバシーと安全性のための新たなブロックチェーンおよび多項式ベースの双線形QCP-ABE枠組みに取り組んだ。
Sejong University	Vignan's Institute of Information Technology	Lovely Professional University Amrita Vishwa Vidyapeetham Alagappa University	両者は、IoMTにおけるブロックチェーンを使ったマルチモーダルで安全なヘルスケアデータ配布枠組み、および交通安全確保のためのIoTとブロックチェーンの統合に取り組んだ。
Korea University	International Institute of Information Technology	Graphic Era University	両者は、スマート農業向けのブロックチェーンが構想するスマート・コントラクトに基づく認証方式、およびIoTシステムにある悪意のある端末を検出し隔離するためのブロックチェーンに基づく監視枠組みに取り組んだ。
Soonchunhyang University	International Institute of Information Technology		両者は、産業サイバーフィジカルシステムの

		University of Petroleum and Energy Studies	ための AI が構想するブロックチェーンによる署名ベースの鍵管理方式、およびフォグ・コンピューティングにおいて糖尿病性心臓病を予測するためのブロックチェーンに基づく安全なヘルスケア・アプリケーションに取り組んだ。
		VIT University	
日本	University of Aizu	VIT University	両者は、IIoT 端末のためのブロックチェーンに基づく信頼性が高く効率的な証明書のない署名、ワイヤレス医療センサーネットワーク用のブロックチェーンと PUF に基づく軽量認証プロトコル、およびブロックチェーン対応 IoMT 向け耐障害性バッチ検証プロトコルを備えたブロックチェーンに基づく ECDSA の設計に取り組んだ。
	Fujitsu	Indian Institute of Technology	両者は、エラスティック仮想光ネットワーク間のブロックチェーンが支援する周波数取引に取り組んだ。

5.2.5.4. 主要な研究機関と研究者

企業

インドで当該分野における特許件数の多い企業は以下のとおりである。

企業	国	特許件数
Mesbro Technologies	India	37
Samsung Electronics	South Korea	19

Tata Consultancy Services	India	13
Hewlett Packard Enterprise Development	United States	11
New Horizon Medical Technologies Private	India	11
Honeywell International	United States	7
Accenture Global Solutions	Ireland	4
Robert Bosch	Germany	4
Wipro	India	4
Zensar Technologies	India	4

これらの企業が注力する技術は以下の通りである。

- Mesbro Technologies - 土地登記や推薦広告などの幅広いブロックチェーンサービス
- Samsung Electronics - サービス要求、セキュリティ目的でのユーザー認証およびファイルストレージの管理
- Tata Consultancy Services - デジタル記録管理および銀行口座ポータビリティ（銀行を乗り換えたときに同じ口座番号を使うことができる）
- Hewlett Packard Enterprise Development - To ログファイル検証および冗長な簡易ネットワーク管理プロトコル
- New Horizon Medical Technologies - 診療予約管理などのヘルスケア・アプリケーション、医薬品辞書データ管理、および予防ヘルスケアデータ管理
- Honeywell International - 分散された意思決定権がある場合の非集中型管理のための分散型品質管理制御システム
- Accenture Global Solutions - 開発運用向けデジタルツイン分離システムおよび ブロックチェーン・ネットワークインフラの自動構築
- Robert Bosch - 複数の同時取引処理および輸送中の製品情報の確保
- Wipro - データ変換・最適化サイクルおよび 分散型台帳ネットワークでブロックチェーン取引の有効性を検証するシステムと方法
- Zensar Technologies - インフラと台帳技術ネットワーク間の通信の確立およびブロックチェーンインフラに新しいノードを導入することの実現可能性を評価するシステムと方法

大学・研究機関

インドで当該分野における特許件数の多い大学・研究機関は以下のとおりである。

大学	国	特許件数
Lovely Professional University	India	8
Graphic Era University	India	7
Hindusthan College of Engineering & Technology	India	6
Indian Institute of Technology	India	5

CMR Technical Campus	India	3
Krishna Engineering College	India	3
MLR Institute of Technology	India	3
SRM Institute of Science & Technology	India	3
Hindustan Institute of Technology & Science	India	2
VIT University	India	2

これらの大学・研究機関が着目している技術は以下の通りである。

- **Lovely Professional University** - インドの言語のニーモニックを生成するシステムおよび LoRa（長距離無線通信システム）とブロックチェーンを使った廃棄物管理システムのためのハイブリッド・アーキテクチャ
- **Graphic Era University** - 電子処方箋を提供するシステムと方法およびブロックチェーンを使った安全な車両ネットワーク・アーキテクチャと方法
- **Hindusthan College of Engineering & Technology** - 信頼できる取引枠組みのモデリングおよび Polygon ブロックチェーンを使った新たな投票システム
- **Indian Institute of Technology**（インド全国にある IIT） - ブロックチェーンに基づく協業ネットワークでユーザーのカルテを管理する方法、および取引実行を遅らせることでブロックチェーンでの計算をスケーリングする方法
- **CMR Technical Campus** - 分散型自律組織でのブロックチェーン台帳スリープ会計処理のためのシステムおよびブロックチェーン・プラットフォームを使った知的財産管理システム
- **Krishna Engineering College** - 安全な分散型ヘルスケアシステムおよびブロックチェーン対応のワクチンデータベースシステム
- **MLR Institute of Technology** - ブロックチェーン技術を使った安全なファイル共有、ブロックチェーン技術を使ったスマート・コントラクトシステム、および Serpent cipher を使った安全なブロックチェーン取引のための方法
- **SRM Institute of Science & Technology** - ブロックチェーンに基づく分散型血液銀行管理システムおよびスマート・ヘルスケアシステム
- **Hindustan Institute of Technology & Science** - ブロックチェーン技術がインドの銀行・金融部門のサイバー・セキュリティリスクと IT ソリューションに与える影響
- **VIT University** - 食料庫のスマート管理およびブロックチェーン技術を使った廃棄物削減ソリューションと方法

主要な研究者

上述した、当該分野において特許出願件数の多い企業・大学・研究機関における、主要な研究者は以下のとおりである。なお、一機関に複数のトップ研究者が所属しているというケースがあるため、トップ機関ごとにトップ研究者を挙げた。

研究者	所属	国	特許件数
Ajgaonkar Bhaskar Vijay	Mesbro Technologies	India	37
Balamurugan S	Mishra Aditya Development	India	15
Jedhe Arjun S	New Horizon Medical Technologies Private	India	11
Panda Sandeep Kumar	ICFAI Foundation for Higher Education Hyderabad	India	11
Gupta Zatin	KIET Group of Institutions	India	7
Kannan V	CLDC Research and Development	India	7
Kar Satyanarayan	Honeywell International	United States	7
Rao Varaprasada K	ICFAI Foundation for Higher Education	India	7
Saravanan S	University of Madras	India	7
Geetha S	Vel Technology Rangarajan Dr Sagunthala R & D Institute Of Science & Technology	India	5

これらの研究者が取り組んでいる研究テーマは以下の通りである。

- Ajgaonkar Bhaskar Vijay (Mesbro Technologies) - ブロックチェーン技術による土地登記の方法と実施およびブロックチェーンに基づく分割払いシステム
- Balamurugan S (Mishra Aditya Development) - ブロックチェーン技術に基づく著作権保護システムおよびブロックチェーン技術を使った国防用弾薬追跡システム
- Jedhe Arjun S (New Horizon Medical Technologies Private) - ブロックチェーンシステムを使った電子医療データ管理およびブロックチェーンシステムと併せた方法、ならびに医師発見サービスとオンライン診察アプリケーション
- Panda Sandeep Kumar (ICFAI Foundation for Higher Education Hyderabad) - ブロックチェーン技術に基づく著作権保護システムおよびブロックチェーンに基づくヘルスケア管理方法
- Gupta Zatin (KIET Group of Institutions) - ブロックチェーン、クラウド、AI/ML に

基づく犯罪デジタル鑑識捜査アプリケーション

- Kannan V (CLDC Research and Development) - e コマース事業におけるブロックチェーン技術を使った管理情報システムおよび支援されたサプライチェーン管理
- Kar Satyanarayan (Honeywell International) - ブロックチェーンを使った分散型製造のための分散型品質管理制御システムおよび方法、およびブロックチェーン・ネットワークを使った、オーケストレーションされた一連の認定された手順のロード可能な航空機用ソフトウェア部品 (LSAP) を設置するシステムおよび方法
- Rao Varaprasada K (ICFAI Foundation for Higher Education) - 安全なイベントチケットの予約、およびブロックチェーン技術を使った偽造医薬品を追跡するための医療サプライチェーン
- Saravanan S (University of Madras) - ブロックチェーン技術を使った電子カルテを普及させるためのヘルスケア・ネットワーク・アーキテクチャの設計、およびクラウド上でのビットコイン交換を保護する安全なブロックチェーンモデル
- Geetha S (Vel Technology Rangarajan Dr Sagunthala R & D Institute Of Science & Technology) - IoT およびブロックチェーンによるスマートな電気自動車充電システム、および IoT 産業ネットワークにおける柔軟なブロックチェーン構成を使った迅速な取引手法

また、科学論文から特定された主な研究者の一覧は以下のとおりである。

研究者	所属	特許件数
Neeraj Kumar	Thapar University	27
Ashok Kumar Das	International Institute of Information Technology	13
Kim-Kwang Raymond Choo	University of Texas at San Antonio	10
Gagangeet Singh Aujla	Chandigarh University	9
Mamoun Alazab	Charles Darwin University	9
Gulshan Kumar	Lovely Professional University	8
Rahul Saha	Lovely Professional University	8
Thippa Reddy Gadekallu	Vellore Institute of Technology	8
Basudeb Bera	International Institute of Information Technology	7
Debiao He	Wuhan University	7

これらの研究者が取り組んでいる研究テーマは以下の通りである。

- Neeraj Kumar - 知的交通システムでのブロックチェーンに基づく安全なエネルギー取引、V2G ネットワークでのエネルギー取引のための効率的なブロックチェーンに基づく認証方式、およびブロックチェーンに基づくクラウドデータの完全性を保護するメカニズム

- **Ashok Kumar Das** - 知的交通システムで車両事故を検知し通知するためのブロックチェーンによる証明書ベースの認証、スマート・コントラクトに基づいたブロックチェーンが構想するスマート農業向け認証方式、およびブロックチェーンを使ったクラウドが支援する遠隔治療の医療情報システムのための安全な認証プロトコルの設計
- **Kim-Kwang Raymond Choo** - ブロックチェーンベースの ID 管理システム、IoT システムにある悪意のある端末を検出し隔離するためのブロックチェーンに基づく監視枠組み、および車両通信システムの同等性テストによるブロックチェーンに基づくプロキシ再暗号化
- **Gagangeet Singh Aujla** - 安全なソフトウェア定義の産業ネットワークのための深層学習に基づくブロックチェーン枠組み、スマート・シティアプリケーションでのソフトウェア定義ネットワークのためのブロックチェーン・アズ・ア・サービス、V2G 環境での安全なエネルギー取引のためのブロックチェーンに基づくエッジ・アズ・ア・サービス枠組み
- **Mamoun Alazab** - IoT におけるプライバシーと認証が付いたブロックチェーンに基づくデータ・ストレージ、エネルギーのインターネットと電気自動車インターフェースの安全性のためのブロックチェーン・ソリューション、ドローン環境の 5G ベースの IoT 対応インターネットに向けたブロックチェーンが構想する安全なデータ配信・収集方式
- **Gulshan Kumar** - ワイヤレスセンサーネットワークでのブロックチェーンを動力とする範囲のない安全な位置特定、およびグローバルな人材情報管理のためのプライバシーを保護する分散型台帳枠組み、およびブロックチェーン技術を通じた e コマース製品の分散されたアクセシビリティ
- **Rahul Saha** - ポスト量子分散でのブロックチェーン枠組みおよびブロックチェーン技術を通じた e コマース製品の分散されたアクセシビリティ
- **Thippa Reddy Gadekallu** - ブロックチェーンベースの連系電力系統および IoT 主導のスマート・シティのためのブロックチェーンベースの機械学習を使ったプライバシーを保護する安全な枠組み
- **Basudeb Bera** - 産業サイバーフィジカルシステムのための AI が構想するブロックチェーンによる署名ベースの鍵管理方式、および IoT 対応の農業環境におけるプライベートブロックチェーンが構想する認証方式
- **Debiao He** - 無人航空機ネットワークにおけるブロックチェーンに基づく相互修復グループ鍵配送方式およびブロックチェーンシステムでのプライバシー保護

6. クラウド・コンピューティング

6.1. クラウド・コンピューティング分野概況

クラウド・コンピューティングでは、クラウド容量を使っているオンデマンドでもあるあらゆるコンピューターに、保存領域、コンピューティング・ネットワークおよびシステム・リソースの終わりのない関与が求められる。クラウド・コンピューティングは使いやすいが維持が難しく、いまだに利益の多い分野へ成長を続けていて、時間と共に世界中でアクセスされるようになるだろう。Wipro FullStride Cloud Services が立ち上げられ、クラウド技術へ 10 億米ドルの投資が行われることからわかるように、クラウド・コンピューティングはインドでは資金提供が醸成される分野である。また、RailTel は、6 億 8860 万ルピー相当のデータセンター管理とクラウドサービスに関連する 2 つの注文を別々に国防研究開発機構 (DRDO) から獲得した。

米国からの投資

Larsen & Toubro (L&T) と Microsoft India が、規制部門の顧客に向けたクラウド・コンピューティングおよびインフラサービスを開発する契約を締結したのは興味深い。また、Amazon Web Services (AWS) は、ハイデラバードに 3 つのアベイラビリティゾーン (AZ) を持つ AWS リージョンを開設するため、2076 億 1000 万ルピー (27.7 億米ドル) を投資する予定だ。ハイデラバードは、ムンバイに続きインドで 2 つ目の AWS データセンターで、アジアでは 11 番目となる。Microsoft や Oracle などのクラウドサービス大手もインドでの事業を拡大した。

さらに、Tech Mahindra Ltd も、ハイブリッドクラウド機能を強化するため、Microsoft との連携を拡大した。これにより両社は、新たなハイパーコンバージドインフラストラクチャ (HCI) ソリューションの Microsoft Azure Stack HCI を共同利用して、ハイブリッドクラウド変革を加速させ、仮想化された業務量を集約し、企業のレジリエンスを構築する。この動きに加わったのが IBM で、ハイブリッドクラウドと人工知能の採用を推進するため、インドのパートナーエコシステムへ 10 億米ドルの投資を発表した。また、Google の母体である Alphabet Incorporated が Bharti Airtel の株式 1.28% を 7 億米ドルで取得し、今後 5 年間で、安価なモバイル端末、5G ネットワークアクセシビリティおよびクラウド技術分野での商業協定にさらに 3 億米ドル投資することを計画していることも注目すべきである。

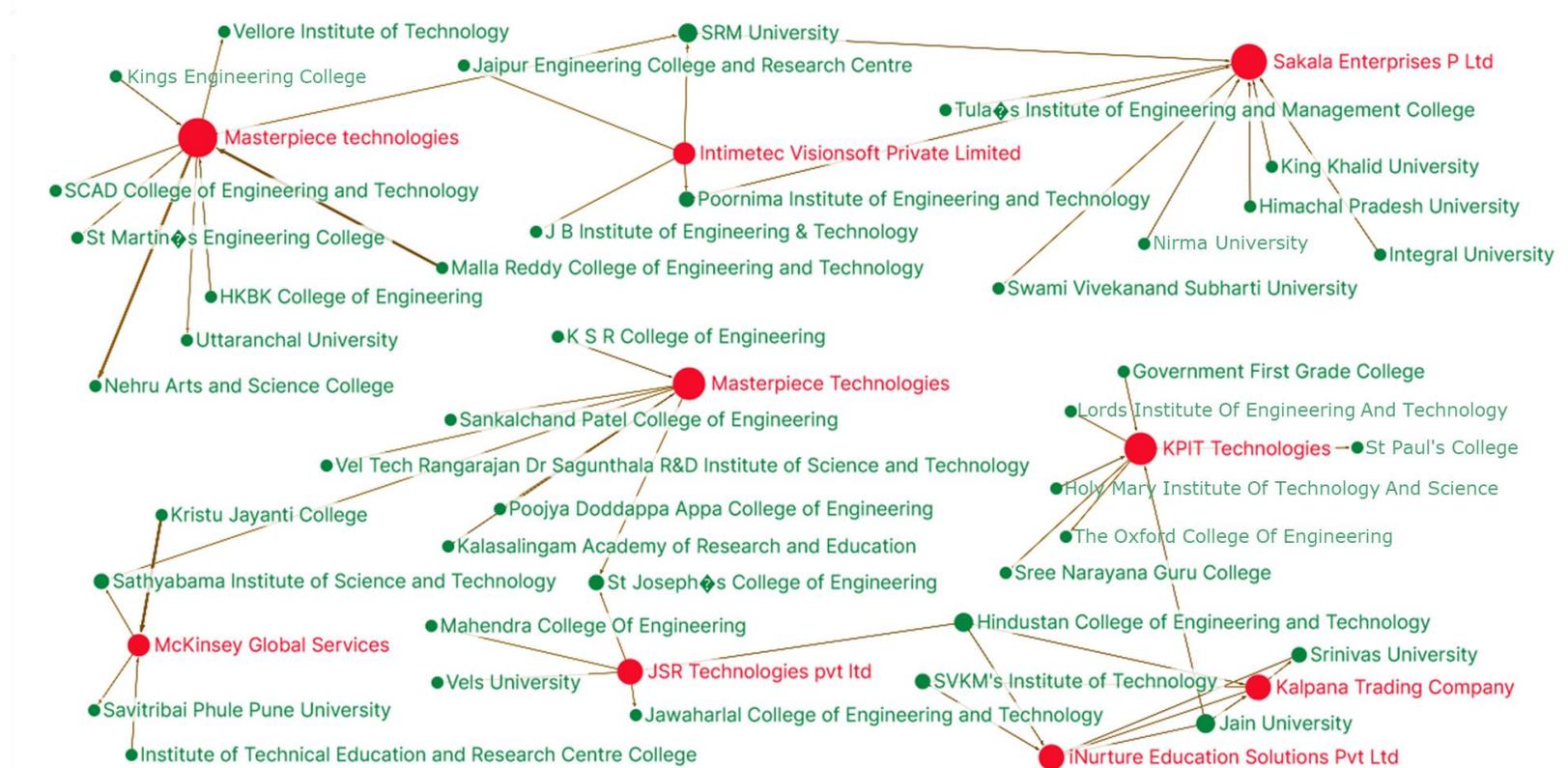
欧州からの投資

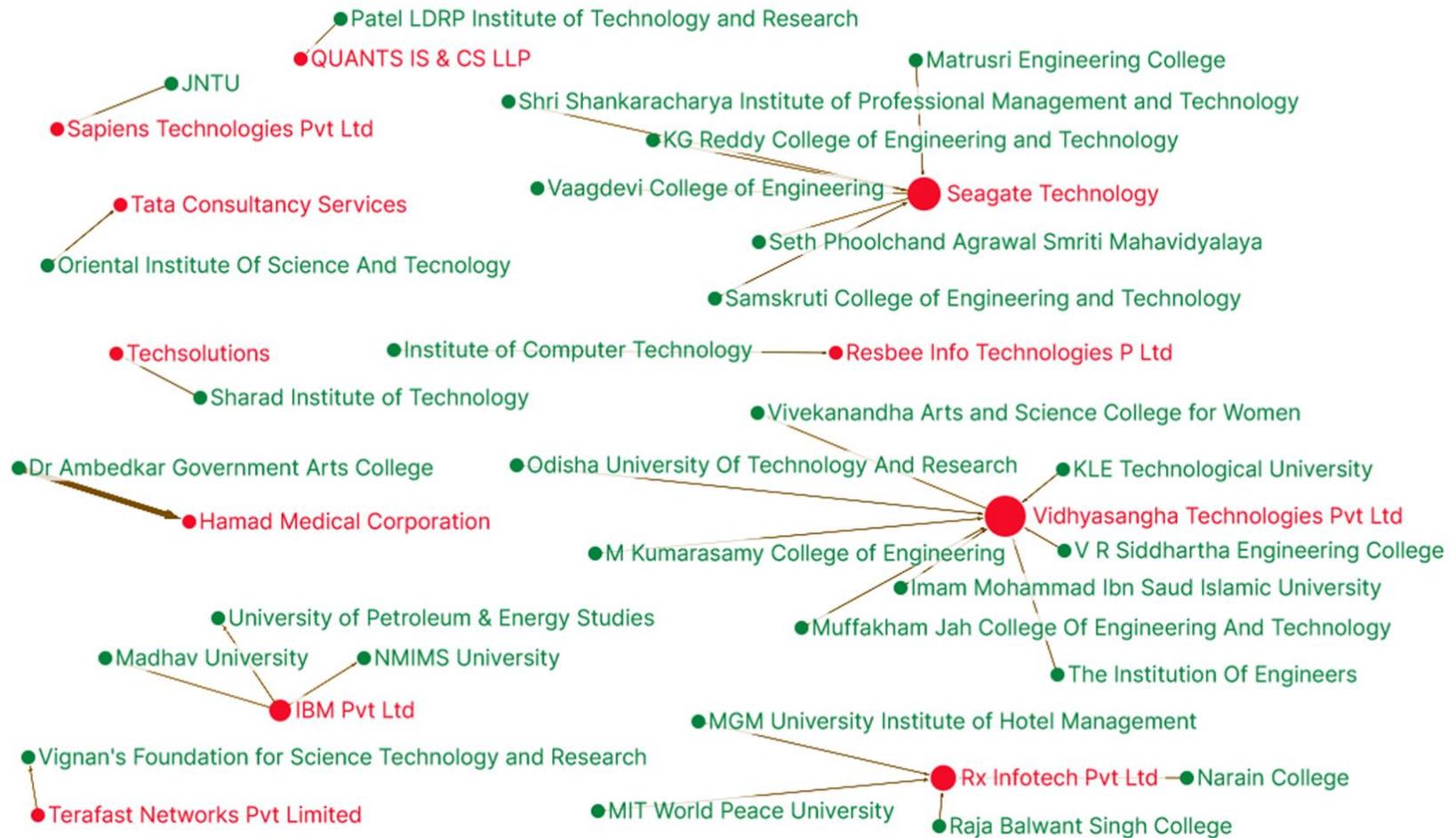
クラウド・コンピューティング分野では、欧州によるインドへの投資や連携の取り組みを見出せていない。

6.2. インドと主要国の共同研究の実態

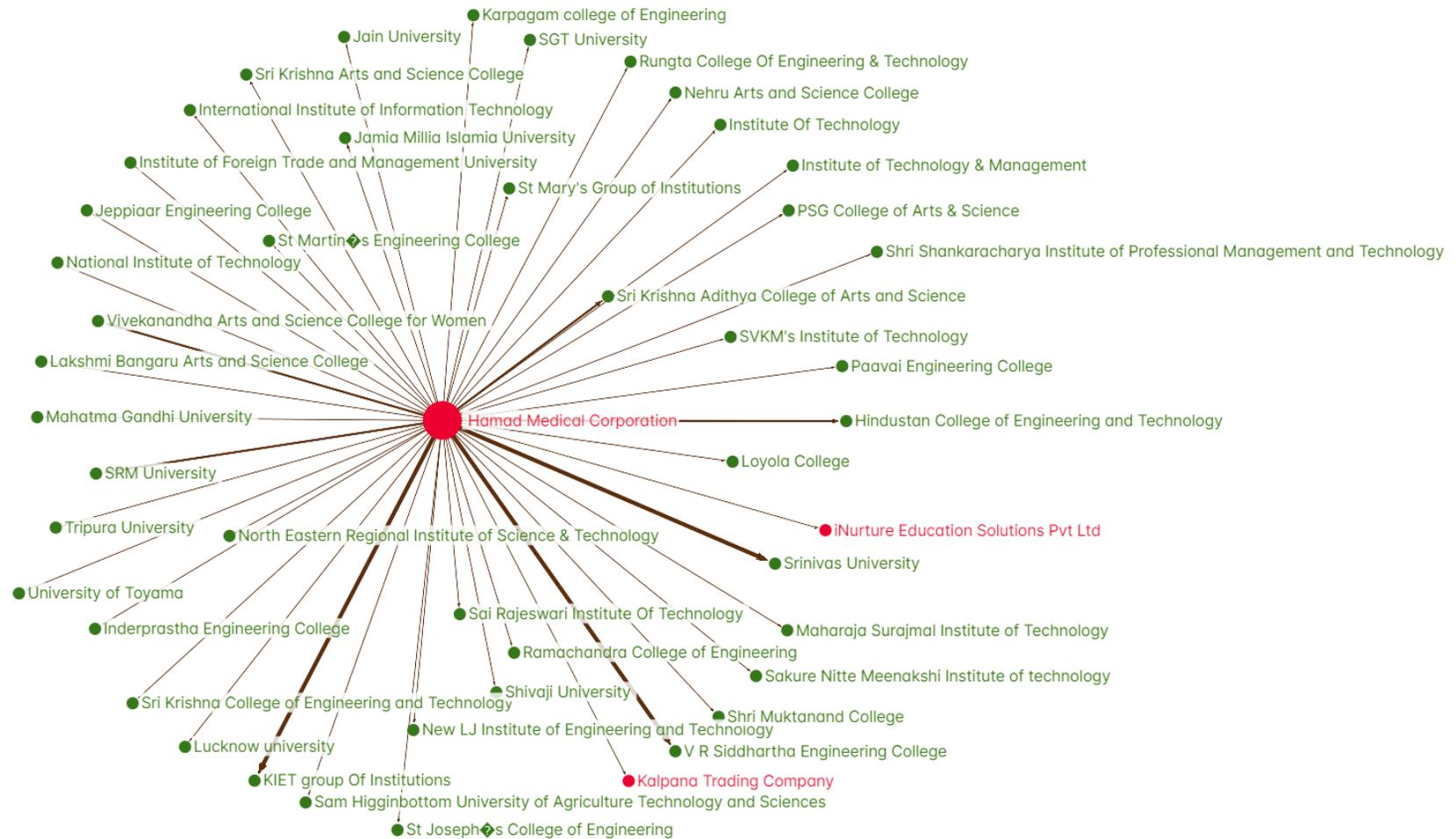
6.2.1. 共同特許出願から把握される連携状況

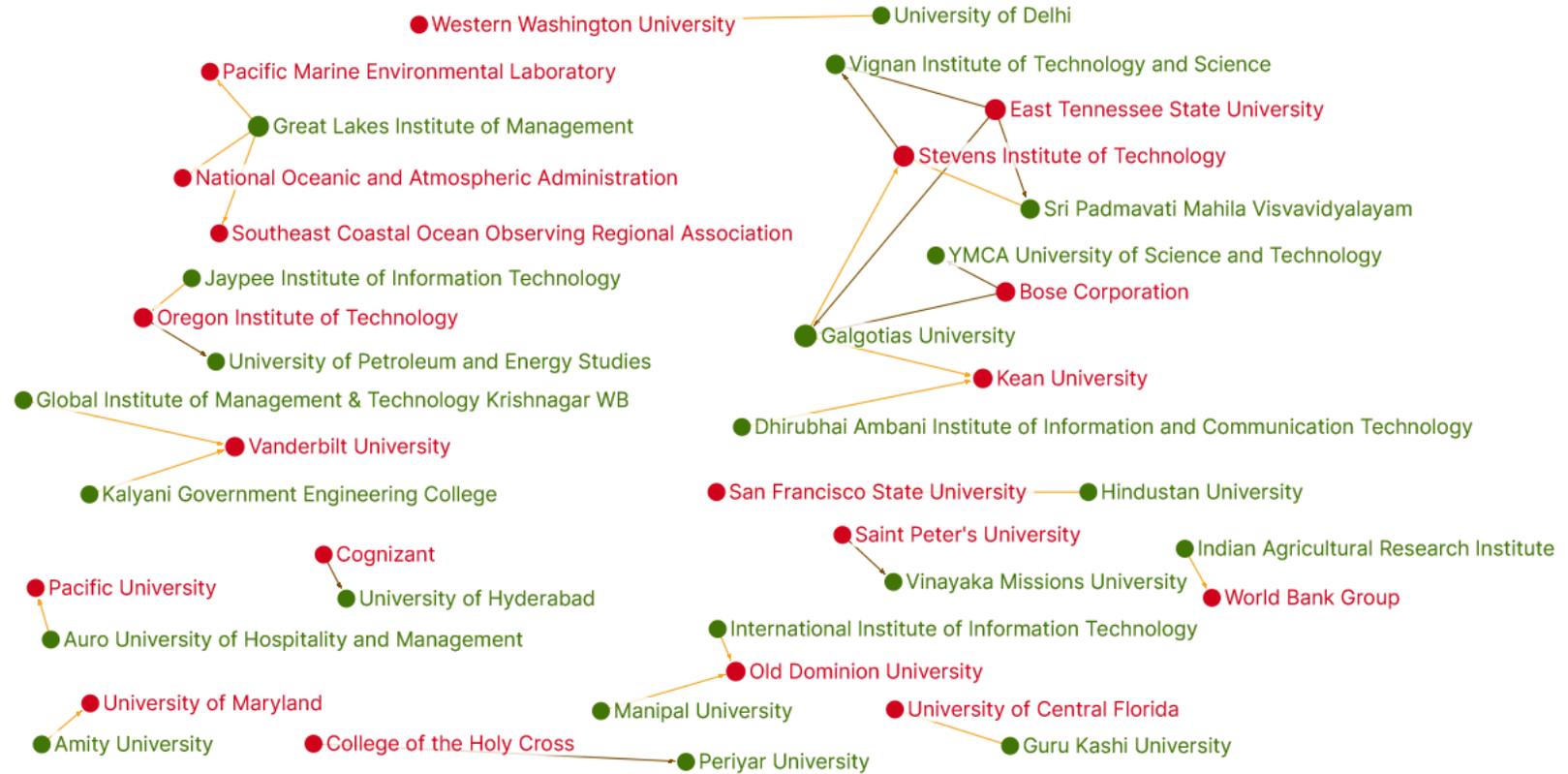
以下のネットワークグラフは、共同特許出願に基づき、インドの企業・大学と連携している各国企業・大学を示したものである。企業名は赤字で、大学名は緑字で示されている。エッジの厚みは特許件数の多さを示す。





特許公報から見つかった全連携の中でも、Hamad Medical Corporation は多くの大学と連携を行っている。以下のネットワークグラフは、同社の連携を示す。





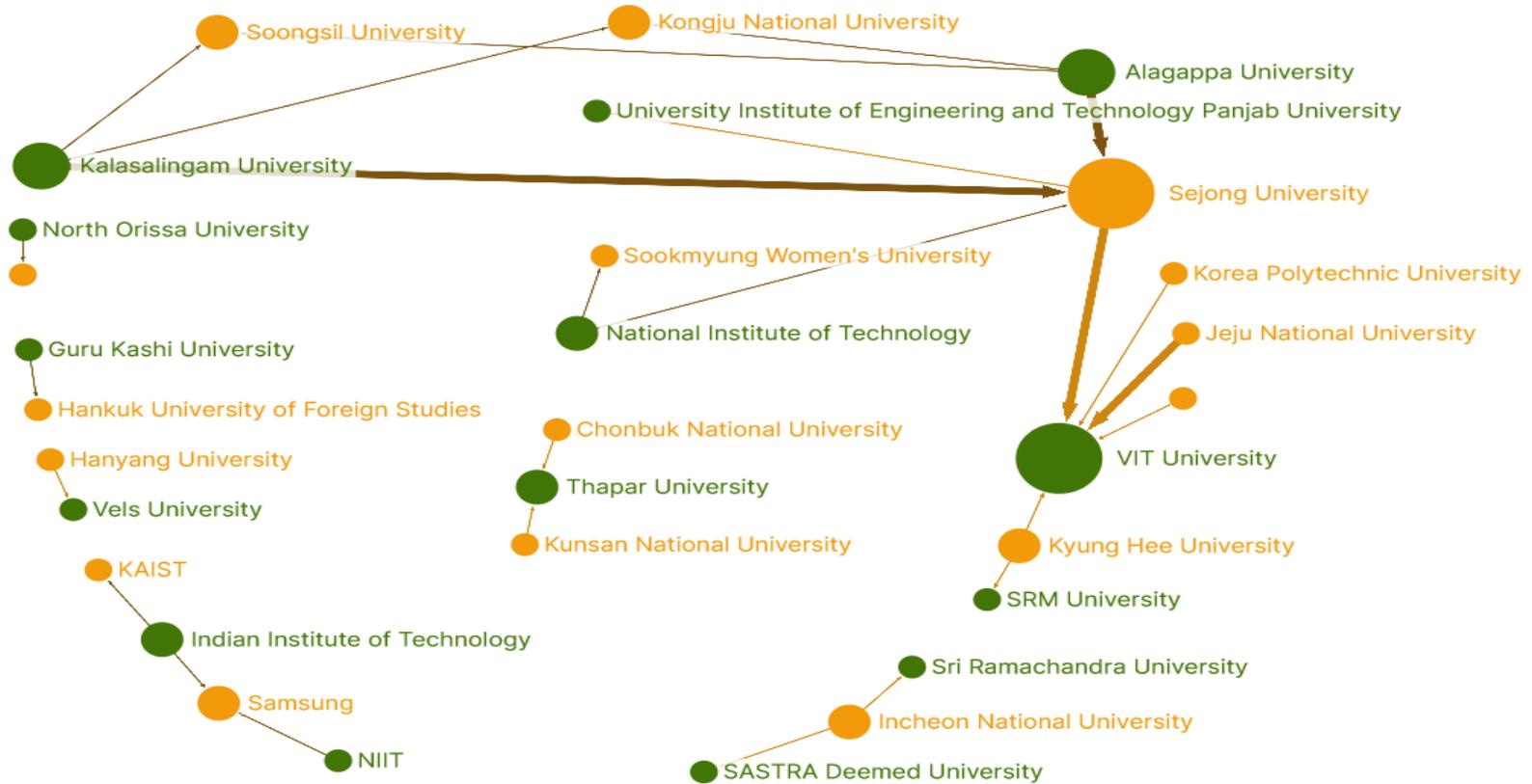
中国

中国企業・大学・研究機関はオレンジ色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



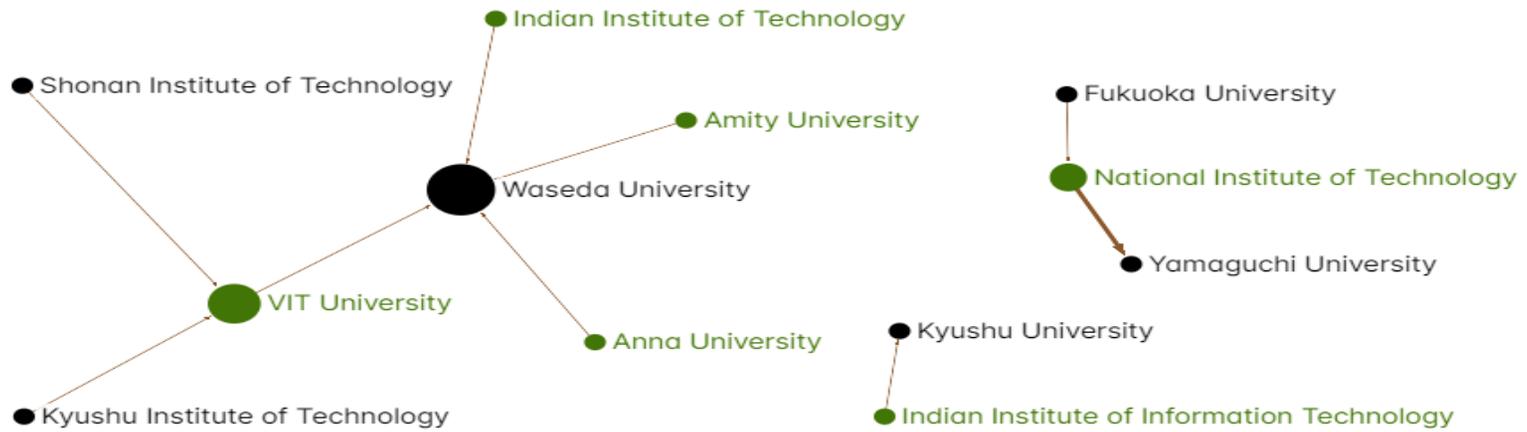
韓国

韓国企業・大学・研究機関はオレンジ色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



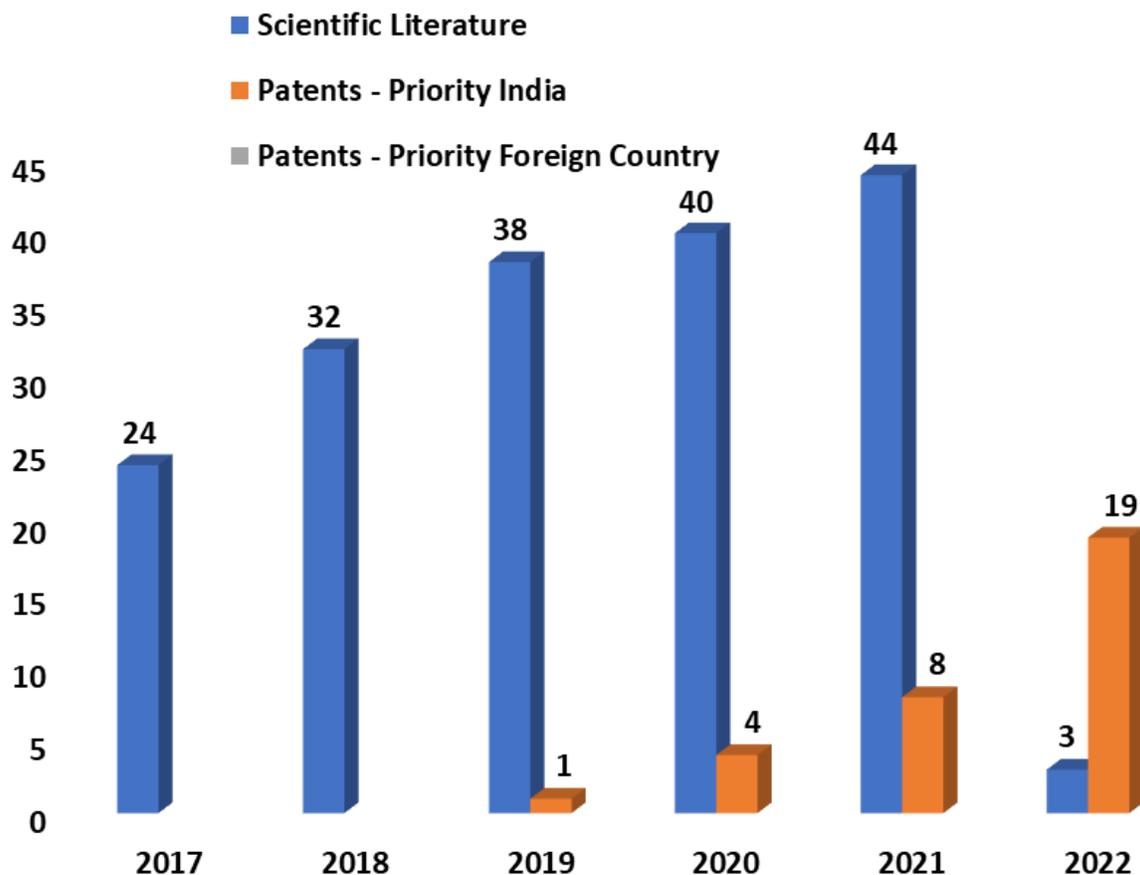
日本

日本企業・大学・研究機関は黒色で、インドの企業・大学・研究機関は緑色で示されている。



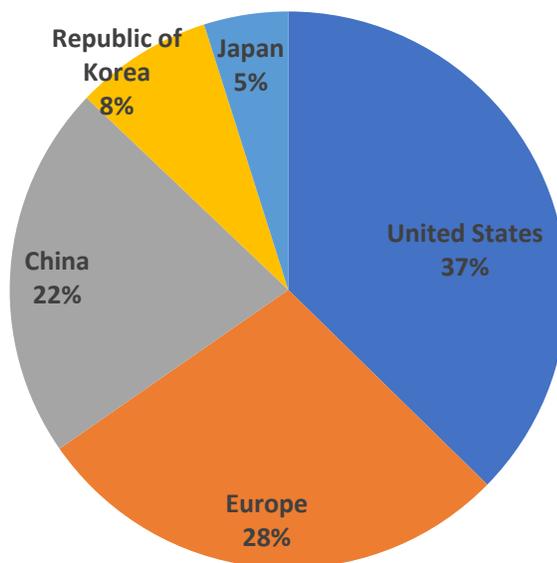
6.2.3. 共同研究の成果の扱い

下のグラフは、外国とインドで連携が行われている特許出願のうち、インドを優先権主張国としてインドへ出願されたもの、外国を優先権主張国としてインドへ出願されたもの、外国とインドの共著論文の件数、を比較したものである。このグラフから、共同研究の成果として多くの共著論文が作成されている一方で、当該成果はインドへの出願という形には結実していないことが明らかになった。



6.2.4. 日本と主要国との比較

多くの外国企業・大学・研究機関はインド企業・大学・研究機関と連携し、当該分野において相当数の共同特許出願と共著論文を発行している。以下の円グラフは、共同特許出願と共著論文の合計件数について、日本と、米国、欧州、中国、韓国とを比較した結果である。



インドと外国の共同特許出願と共著論文の総数に占める割合のうち、37%が米国との連携によるもので、その後に欧州（28%）、中国（22%）そして韓国（8%）が続く。日本との連携はわずか5%である。

6.2.5. 参考情報：具体的な連携事例（連携主体／研究内容／研究者）

6.2.5.1. 特許出願情報に基づく、外国企業とインドの連携

外国企業	インド研究機関	研究
Accenture	Apex University	Accenture と受託人は主に、クラウドにある保護されたデータ・ストレージを備える端末に注力し、データが正しく保存されているとデータ所有者を納得させることが求められる効率的で安全な動的監査プロトコルに取り組んだ。クラウド・ストレージ・システムの監査枠組みを設計し、効率的でプライバシーを保護する監査プロトコルを提案した。また、監査プロトコルを拡張して、データダイナミックな運用をサポートするようにし
	Integral University	
	Pranveer Singh Institute of Technology	
	Prathyusha Engineering College	
	SRM University	
	Techno International Batanagar	

	ABES Engineering College	た。これは、ランダムオラクルモデルでは効率的で明らかに安全で、監査プロトコルをさらに拡張して、信頼できるオーガナイザーを使わずに複数の所有者と複数のクラウド両方をサポートするためのものでもある。分析およびシミュレーションの結果によると、提案されている監査プロトコルは安全かつ効率的で、特に、監査人の計算コストを削減してくれる。
Greaves Cotton Ltd	Meenakshi Sundararajan Engineering College	Greaves Cotton Ltd と受託人は連携し、機械学習とクラウドに保存されたデータを使った IoT と AI 対応のエネルギー自律型駐車センサーに取り組んだ。新しい道路や高速道路などの資源が不足しているため、より知的かつ動的で効果的な駐車方法の要望が高まっている。両者は多数のセンサー、信頼性のある通信ネットワーク、およびエッジとクラウドの大きな処理能力を活用することで駐車場管理と自動車の所有をサポートするスマート・パーキングシステムに取り組み、スマート・パーキングメーターの使用に基づく新たな駐車場管理アプローチを示した。この画期的なシステムはほぼリアルタイムの車両追跡を活用し、利用可能な駐車スペースと関連サービスについてドライバーに通知する。また、両者は、駐車場側が十分な駐車スペースをドライバーへ提供しながら収益も最大化できる動的な料金体系も提案した。
	SVPM'S Institute of Tech and Engineering	
	Hindustan College of Engineering and Technology	
	Rajalakshmi Engineering College	
Hamad Medical Corporation	V R Siddhartha Engineering College	Hamad Medical Corporation と前述の受託人は、IoT クラウドおよびビッグデータに基づくウェアラブル (2.0) ヘルスケアシステムに取り組んだ。これは、端末技術 (スマート衣類など) とクラウド技術に基づく信頼性がより高くより知的なサービスを実施できるよう、ヘルスケア部門を強化するためのものである。次世代ヘルスケアシステムのサービスと体験両方の向上のためにウェアラブル 2.0 ヘルスケアシステムが使われる場合。洗える衣服は、生理学的データを集めて分析のためにクラウドベースの機械知能システムへ送るため、スマートである。そしてこのシステムは、ユーザ

		ーに自身の心身の安定についての情報を提供する。
	KIET group Of Institutions	Hamad Medical Corporation と受託人は、ヘルスケア管理のための機械学習とビッグデータを使った様々な乳がんの AI に基づく予防と検知に注力した。また、転移学習や畳み込みニューラルネットワークなどのビッグデータ手法を利用して、患者が乳がんの診断を受ける際のサポートを行う。両者は既に、これら 2 つの技術が、機能するモデルを構築するためにどのように組み合わせられているのかを論じることをこの調査研究の目的としている。
	Srinivas University	
	Vivekanandha Arts and Science College for Women	
	Hindustan College of Engineering and Technology	オンラインで信用のおける有名企業のふりをして、人々から個人情報や銀行口座などの財務情報を盗む者は「フィッシング」として知られており、Hamad Medical Corporation と前述の受託人は、クラウド技術における URL ベースのフィッシングサイトの分類を開発した。このシステムにより、人々が決断したり未来を予想したりする助けとなるようなアルゴリズムについて論じやすくなる。また、複数のアルゴリズムを使うことで、最終予測の精度を向上させる一助となり、URL ベースのフィッシング攻撃を検知しやすくなる。両者は、このシステムが様々な機械学習アルゴリズムを採用すべきだという提案もしている。
Seagate Technology	Seth Phoolchand Agrawal Smriti Mahavidyalaya	Seagate と前述の受託人は、家庭に応用するための知的な動体検知センサーを開発した。クラウドに接続された動体センサー照明グリッドは、調和の取れた照明ユニットのワイヤレス照明ネットワークに加え、とりわけ携帯電話、ホーム・オートメーション・システム、またはセキュリティシステムなどのその他の端末につながっているブリッジからなることがある。このクラウドに接続された動体センサー照明グリッドは、ローカルにインストールされることもあり、携帯電話が制御、ステータス、警告、モニタリングおよび報告のた
	Vaagdevi College of Engineering	
	Shri Shankaracharya Institute of Professional Management and Technology	
	Matrusri Engineering College	

	Samskruti College of Engineering and Technology	めにブリッジと通話する。このグリッドは、インターネット接続を使い、インターネット上のサーバーと交信することもある。このサーバーは、ワイヤレス照明ネットワークと通話し、同ネットワークで動体センサーが感知したデータを取り込むことができる。
IBM	Madhav University	IBM と前述の受託人は、ネットワーク可視化を使ったクラウド環境のためのサイバー・セキュリティシステムに取り組んだ。 データを得て、そのデータがネットワーク内で伝達するのを見るための、クラウド環境のサイバー・セキュリティに関する先行技術に基づくクラウド環境の安全性通信セキュリティは、可視化システムによっても検索される。
	NMIMS University	
	University of Petroleum & Energy Studies	
	Galgotias University	
	Dhanwate National College	

6.2.5.2. 共著論文に基づく、外国企業（米国・欧州・中国・韓国・日本）とインドの連携

外国企業	インド研究機関	研究
IBM	Indian Institute of Science	IBM および前述の受託人は、クラウド・コンピューティング上の IoT、ブロックチェーンおよび AI がクラウド・コンピューティングに与える革新的な影響についての研究を発表し、進化と傾向を調査することにより、クラウド・コンピューティングの進化に関する新たに生まれたパラダイムと技術を探るクラウド未来学の概念モデルを提案した。
	Raja Rajeswari College of Engineering	
	Gurukul Kangri Vishwavidyalaya	
	Alliance University	
	College of Engineering Roorkee	
Intel	KL University	Intel および受託人は、放送を通じた省エネのためのクラウドスケジューリングアルゴリズムについて研究し、アプリケーションの要求に動的に依存し、使われているサーバーの最適化が行われているクラウド・コンピューティングの挙動をサポートするデータセンター資源を割り当てるために回避技術を使用することを提案した。

	Kalasalingam University	Intel および受託人は、サービス統合とインドで風車の羽を製造する SME（中小企業）の市場動向のクラウドが支援する調査にクラウド・コンピューティングを取り入れる計画について研究した。
	Jadavpur University	Intel および受託人は、アプロキシメート・クラウド・コンピューティングと考え得るその実装アイデアを使ったエネルギー効率のよい IoT ベースの新しい健康管理システムについて研究した。
	Adamas University	
Microsoft	National Institute of Technology	Microsoft と前述の受託人は、公共クラウドインターフェースに広がるデータを保存するための 2 段階のセキュリティソリューションについて研究論文を発表し、データ集約型クラウドシステムにある永続ストレージを使った仮想マシンのライブマイグレーションについて意見を述べた。
	Indira Gandhi Institute of Technology	Microsoft と前述の受託人は、公共クラウドインターフェースに広がるデータを保存するための 2 段階のセキュリティソリューションについて研究論文を発表した。
Samsung	NIIT	Samsung と受託人は、血糖値を自動的に監視し、糖尿病患者が医師や介護者につながるができるクラウド・コンピューティングプラットフォームを開発した。このシステムは、モバイル端末を使ってクラウドサービスと繋がられ、計算集約型の校正タスクと、治療とモニタリングのための測定データの保存と分析の実施を円滑に進める。
	Indian Institute of Technology	
Amazon.com	Indian Institute of Technology	Amazon.com および提携した受託人は、IoT、ブロックチェーンおよび AI がクラウド・コンピューティングに与える革新的な影響についての研究を発表し、進化と傾向を調査することにより、クラウド・コンピューティングの進化に関する新たに生まれたパラダイムと技術を探るクラウド未来学の概念モデルを提案した。
	Indian Institute of Tropical Meteorology	

6.2.5.3. インドの大学と外国（米国・欧州・中国・韓国・日本）の大学の主要な連携

インドの大学と連携している各国の大学は以下のとおりである。

米国	欧州	中国	韓国	日本
University of Texas	Queen Mary University of London	Wuhan University	Sejong University	Yamaguchi University
University of California	University of Padua	University of Science and Technology Beijing	Jeju National University	Waseda University
University of Cincinnati	Newcastle University	Nanjing University of Information Science and Technology	Sungkyunkwan University	Shonan Institute of Technology
University of Kentucky	City University London	Hunan University of Science and Technology	Soongsil University	Kyushu University
Fordham University	Lancaster University	Dalian University of Technology	Soonchunhyang University	Fukuoka University

これらの大学間連携における主な研究テーマは以下のとおりである。

国・地域	外国大学	インド大学	研究
米国	University of Texas	Thapar University	両者は、地理空間の健康ビッグデータ分析のためのフォグベースのSDI枠組み、モバイル・エッジ・コンピューティングのための明らかに安全で効率的なIDベースの匿名認証方式、およびエッジ・フォグ展開でのエネルギー効率と持続可能性の実現に取り組んだ。
		Indian Institute of Technology	
KIIT University			
Indian Institutes of Information Technology			
CV Raman College of Engineering			
	University of California	VIT University	

	<p>VSB Engineering College</p> <p>Tripura University</p> <p>Sri Ramanujar Engineering College</p> <p>South Asian University</p>	<p>両者は、ダイナミックルーティング、スペクトル、混合グリッド光ネットワークでの変調フォーマット割り当て、タイミングによるプロキシ再暗号化を使った e ヘルスクラウドセキュリティ、およびモバイル・クラウド・コンピューティングでスマート・シティアプリケーションに安全なコミュニケーションを提供する、効率的な匿名相互認証手法に取り組んだ。</p>
University of Cincinnati	National Institute of Technology	<p>両者は、モバイル・クラウド・コンピューティング、およびビッグデータとクラウド・コンピューティングのためのソフトコンピューティング手法における最近の進歩、モバイルおよびクラウド・コンピューティングにおけるマルチメディア・ビッグデータの安全性とプライバシーの進歩、ならびにビッグデータとクラウド・コンピューティングのためのソフトコンピューティング手法の適用における進歩について取り組んだ。</p>
University of Kentucky	Thapar University	<p>両者は、クラウドベースのスマートグリッドデータ管理システムのための証明書のない証明可能なデータ保有方式、フォグ</p>

			ナノデータセンターのエネルギー効率とサービス可用性とのトレードオフ、および環境のためのフォグおよびクラウド・コンピューティングにおけるネットワークサービスチェイニングに取り組んだ。
	Fordham University	National Institute of Technology	両者は、クラウド・コンピューティング環境における IoT アプリケーション用タスクスケジューリング知的・認知モデル、グリーン・クラウド・コンピューティングに向けた適応的なタスク割り当て手法、およびエッジ AI が支援する IoT における協調的な深層強化学習による信頼できる目標追跡に取り組んだ。
		VIT University	
		Providence College	
		Indian Institutes of Information Technology	
欧州	Queen Mary University of London	Indian Institute of Technology	両者は、クラウド・コンピューティング環境に向けた温度を意識した資源管理モデリングとシミュレーションの深層学習に基づく枠組み、クラウド・コンピューティング環境における異種タスクのスケジューリングのためのメタヒューリスティクス、およびクラウド・コンピューティングに基づくリモートセンシングを使った新型コロナウイルスによる大気汚染物質
		Thapar University	
		Indian Institute of Tropical Meteorology	
		University of Petroleum and Energy Studies	
		Savitribai Phule Pune University	

			の世界的変化の定量化に取り組んだ。
University of Padua	Indian Institute of Technology	Malaviya National Institute of Technology Central University of Rajasthan	両者は、クラウド・コンピューティングでのDDoS 攻撃と、クラウドフォレンジックの課題、解決法および今後の方向性について取り組んだ。
	Malaviya National Institute of Technology		
	Central University of Rajasthan		
Newcastle University	Thapar University	Jawaharlal Nehru University Chandigarh University	両者は、再生可能エネルギーに基づいた多重指標的な職階、クラウドデータセンターの持続可能性のためのコンテナ管理方式、およびエッジクラウド環境でのビッグデータ処理に対する最適な意思決定に取り組んだ。
	Jawaharlal Nehru University		
	Chandigarh University		
City University London	Malaviya National Institute of Technology	Indian Statistical Institute Indian Institute of Technology Central University of Rajasthan	両者は、クラウド DDoS 攻撃の早急な軽減、ビッグデータのための並列化された離接クエリに基づく検索可能な暗号方式に取り組んだ。
	Indian Statistical Institute		
	Indian Institute of Technology		
	Central University of Rajasthan		
Lancaster University	Indian Institute of Tropical Meteorology	Indian Institute of Technology	両者は、IoT、ブロックチェーンおよび AI がクラウド・コンピューティングに与える革新的な影響、クラウド・コンピューティング環境に向けた温度を意識した資源管理モデリングとシミュレーションの深層学習に基づく枠組み、および持続可能性と信頼性の高いクラウド・コンピューティングのための包括的資源管理に取り組んだ。
	Indian Institute of Technology		

中国	Wuhan University	Thapar University	両者は、IIoT でアウトソースされたデータに前方秘匿性を持つ軽量の検索可能な公開鍵暗号化、クラウドベースのスマートグリッドデータ管理システムのための証明書のない証明可能なデータ保有方式、モバイル・エッジ・コンピューティングのための明らかに安全で効率的な ID ベースの匿名認証方式に取り組んだ。
	University of Science and Technology Beijing	VIT University	両者は、IoT のクラウド・コンピューティングを使ったエネルギー効率のよい端末間 (device-to-device) エッジ・コンピューティング・ネットワーク顔識別および解像度統合方式、および VANET でのビッグデータ解析のためのエッジ・コンピューティングに基づくセキュリティ枠組みに取り組んだ。
		Thapar University	
Chandigarh University			
Nanjing University of Information Science and Technology		Thapar University	両者は、クラウド・コンピューティング向けの効率的な鍵更新を伴う安全で持続可能性の高いストレージ監査プロトコル (SSSAP)、モバイル・クラウド・コンピューティングサービスのための効率的でプライバシーを意識した認証方式、およびプライバシーを保
		VIT University	
		University College of Engineering Tindivanam	
		International Institute of Information Technology	
Chaudhary Charan Singh University			

			護する追跡不可能なグループデータ共有方式に取り組んだ。
	Hunan University of Science and Technology	VIT University	両者は、クラウド・コンピューティング向けの効率的な鍵更新を伴う安全で持続可能性の高いストレージ監査プロトコル（SSSAP）、および分散型クラウド・コンピューティング向け認証プロトコルに取り組んだ。
		SRM University	
		International Institute of Information Technology	
		Cloud-Vantage Solutions	
		Chaudhary Charan Singh University	
	Dalian University of Technology	VIT University	両者は、IoT のクラウド・コンピューティングを使った顔識別および解像度統合方式、および車両フォグコンピューティングに取り組んだ。
		Thapar University	
韓国	Sejong University	VIT University	両者は、保健医療サービスアプリケーションでビッグデータを管理するIoT とクラウド・コンピューティングのハイブリッドモデル、最適な授粉アルゴリズムを使った、クラウド・フォグ・エッジ・コンピューティングでのサイバー物理社会システムへのリソース提供、およびIoT とクラウド・コンピューティングのハイブリッドプラットフォームがヘルスケアシステムに与える影響について取り組んだ。
		Kalasalingam University	
		Alagappa University	
		University Institute of Engineering and Technology Panjab University	
		National Institute of Technology	
	Jeju National University	VIT University	両者は、産業IoT時代の持続可能性の高いエッジ・クラウドネットワー

			クのための複数キーワードによる順位付け検索を使った AI 対応のプライバシー保護フレーズに取り組んだ。
	Sungkyunkwan University	VIT University	両者は、産業 IoT 時代の持続可能性の高いエッジ・クラウドネットワークのための複数キーワードによる順位付け検索を使った AI 対応のプライバシー保護フレーズに取り組んだ。
	Soongsil University	Kalasalingam University	両者は、最適な授粉アルゴリズムを使った、クラウド・フォグ・エッジ・コンピューティングでのサイバー物理社会システムへのリソース提供に取り組んだ。
		Alagappa University	
	Soonchunhyang University	North Orissa University	両者は、クラウド・コンピューティングをニューロ・ファジーアプローチに応用することによるユーザー行動の分類と予測に取り組んだ。
日本	Yamaguchi University	National Institute of Technology	両者は、ビッグデータとクラウド・コンピューティングのためのソフトコンピューティング手法と、モバイルおよびクラウド・コンピューティングにおけるマルチメディア・ビッグデータの安全性とプライバシーの進歩について取り組んだ。
	Waseda University	VIT University	

		Indian Institute of Technology	両者は、コンテンツ配信ネットワークに取り組んだ。
		Anna University	
		Amity University	
	Shonan Institute of Technology	VIT University	両者は、分散型クラウド・コンピューティング向け認証プロトコルに取り組んだ。
	Kyushu University	Indian Institute of Information Technology	両者は、クラウド・コンピューティングにおけるアクセス権の共有と本格的な委譲の両方を使った拡張性のある属性集合に基づくアクセス制御に取り組んだ。
	Fukuoka University	National Institute of Technology	両者は、プロジェクトンベースの準同型暗号に取り組んだ。

6.2.5.4. 主要な研究機関と研究者

企業

インドで当該分野における特許件数の多い企業は以下のとおりである。

企業	国	特許件数
VMware	United States	59
Mesbro Technologies	India	40
Accenture Global Solutions	Ireland	39
Tata Consultancy Services	India	24
Zscaler	United States	21
SAP	Germany	16
Wipro	India	15
Hewlett Packard Enterprise Development	United States	12
Samsung Electronics	South Korea	11
Microsoft Technology Licensing	United States	11

これらの企業が注力する技術は以下の通りである。

- VMware - 既存のセキュリティメカニズムに影響を与えず安全な方法で自社運用サービス

にアクセスする能力を提供する安全なハイブリッドクラウド接続のためのクラウド・コンピューティング端末、クラウドネイティブ・ネットワーク機能（CNF）を見つけるために実行される分散操作の編成方法など

- **Mesbro Technologies** - スマート省エネシステムなど、ホスピタリティ部門における IoT 技術に基づくクラウド・コンピューティング端末には、少なくとも 1 つのスマート照明端末、制御モジュール、1 つのクラウドサーバー、アクティブなインターネット接続を持つ少なくとも 1 つの電子計算端末、センサーおよびワイヤレス通信モジュールを含む。 ペットの活動を追跡する方法など
- **Accenture Global Solutions** - 相互接続された一連の機械学習で訓練された分類器を含む ツールを使ったチャンスに対する勝利予測を生み出すシステム、組織の自社運用データを適切なクラウドプラットフォームへ移行するための全体的で合理化されたアプローチを採用するデータ移行システムなど
- **Tata Consultancy Services** - クライアント 端末にインストールされているクラウド駆動のアプリケーションランチャー（CDAL）によるコンピューター端末での実行およびアプリケーション制御方法、駐車違反、および路上駐車違反を検知する方法など
- **Zscaler** - クラウドベースのシステムにおける適応型マルチパストンネリングシステムと方法、セキュリティや安全なアプリケーションの利用などのためにモバイル端末がクラウドに基づくシステムに接続するためのソリューションなど
- **SAP** - プロビジョニング・アプリケーション・プラットフォーム・プロセッサのための方法とシステム、プラットフォーム・リソース・マネージャー・プロセッサへ情報を送信してマイクロサービスを促進し、その結果、ユーザーに関連するマルチテナント向け統合サービスを実施すること、など
- **Wipro** - ターゲットシステムの事前に定義された期間にストレージアクセスの詳細を特定するためにプロセッサで制御されている、命令記憶装置などの非一時的な記録媒体に関するシステム、ハイブリッドクラウド環境内で知的オーケストレーションを行うシステムなど
- **Hewlett Packard Enterprise Development** - クラウドネットワークで適合する仮想マシン画像を判断するためのタグの比較、あらかじめ決められたアプリケーション仕様に記載されている少なくとも 1 つのクラウドサービスプロバイダーを使って動作環境のインスタンスを作成する処理リソースを持つコンピューター端末など
- **Samsung Electronics** - マルチ無線マルチ接続（MR-MC）ネットワークシステムを構築するためのプロトコル・アーキテクチャおよびデザインの方法など
- **Microsoft Technology Licensing** - クラウド・インフラの様々なリアルタイム性能の学習に基づく完全データ/モデル駆動の自動構成を伴うチューニングサービスなど

大学・研究機関

インドで当該分野における特許件数の多い大学・研究機関は以下のとおりである。

大学	国	特許件数
----	---	------

Lovely Professional University	India	188
Chandigarh University	India	24
Graphic Era University	India	20
Uttaranchal University	India	14
SRM Institute Of Science & Technology	India	13
Vels Institute Of Science Technology & Advanced Studies	India	10
Hindusthan College Of Engineering & Technology	India	9
University Of Amity	India	8
Abes Engineering College	India	7
MLR Institute Of Technology	India	7

これらの大学・研究機関が着目している技術は以下の通りである。

- **Lovely Professional University** - いかなる産業環境でもワイヤレス通信でオゾン濃度でのガス漏出をリアルタイムで監視するガス漏れ検知、スマートガレージ、およびハイセキュリティシステム関連など
- **Chandigarh University** - ホーム・オートメーション・システム用知的システムで、同システムに接続する家電機器を備えるもの、閉ざされた環境で異なるパラメーターを検知するセンサー一式、他の制御ネットワークからデータにアクセスするよう設定された制御ネットワークなど
- **Graphic Era University** - コネクテッド自動運転車の通信ネットワークでサービス拒否 (DoS) 攻撃を検知するシステムと方法、このシステムは、ノード間のクリティカルパスをポイント・ツー・ポイントで監視し、DoS 攻撃を行うノードなどを検知する。
- **Uttaranchal University** - 端末の操作を調節する方法で、ユーザーの注意深い状態についての情報を取得するための注意深い (attentive) ユーザーインターフェースを提供することを含むもの、眼の動きによる視覚対応の電化製品などのオートメーション・システムに関連する
- **SRM Institute of Science & Technology** - ピーク時のエネルギー消費の抑制を助ける IoT フォグによるエネルギー管理システムの提供など
- **Vels Institute of Science Technology & Advanced Studies** - デジタルの世界に安全な場所を提供するため、子供と女性に対するサイバー犯罪を減少させる IoT に基づくセンサー対応システムが提案される。葉の病害検知には、画像などの前処理の際に膨大な作業を必要とする。
- **Hindusthan College of Engineering & Technology** - いつでも植物の病気を特定し、その病気に合う殺虫剤をまく IoT に基づく農業システムという、課題や問題に対する完璧な解決法に関するアイデア、クラウド・コンピューティングを使ったソーシャルネットワーキングプラットフォームのためのセキュリティに基づくシステムなど
- **University of Amity** - VLC (可視光通信) タグを使った倉庫のスマートな在庫管理システム

ム、クラウド技術を使って身体のバイタルを監視する IoT 接続を備えたウェアラブル端末など

- Abes Engineering College - IoTに基づいて植物の病気を特定する植物の健康管理システム、薬物予測システムなど
- MLR Institute of Technology - 安全なクラウド・コンピューティングアーキテクチャを持つ効率的な端末、車椅子の構造にセンサーを実装することによるスマートセンシング車椅子を開発など

主要な研究者

上述した、当該分野において特許出願件数の多い企業・大学・研究機関における、主要な研究者は以下のとおりである。なお、一機関に複数のトップ研究者が所属しているというケースがあるため、トップ機関ごとにトップ研究者を挙げた。

研究者	所属	国	特許件数
Singh Rajesh	Lovely Professional University	India	148
Gehlot Anita	Lovely Professional University	India	140
Akram Shaik Vaseem	Lovely Professional University	India	76
Thakur Amit Kumar	Lovely Professional University	India	65
Jaiswal Sushma	Guru Ghasidas Vishwavidyalaya	India	25
Jaiswal Tarun	National Institute of Technology Raipur	India	20
Sathian Brijesh	Hamad Medical Corporation	Qatar	19
Saravanan S	University of Madras	India	18
Srinivasan Madhan Kumar	Accenture Global Solutions	Ireland	15
Degadwala Sheshang	Sigma Institute of Engineering Vadodara	India	13

これらの研究者が取り組んでいる研究テーマは以下の通りである。

- Singh Rajesh、Gehlot Anita、Akram Shaik Vaseem および Thakur Amit Kumar (Lovely Professional University) - いかなる産業環境でもワイヤレス通信でオゾン濃度でのガス漏出をリアルタイムで監視するガス漏れ検知、スマートガレージ、およびクラウド・コンピューティングを使ったハイセキュリティシステム関連など
- Jaiswal Sushma (Guru Ghasidas Vishwavidyalaya) - クラウドネットワークにおいて新たに接続された端末との安全な接続、およびクラウド・コンピューティングを使ってデータの符号化と復号化を行うシステム
- Jaiswal Tarun (National Institute of Technology Raipur) - IoT ネットワークにおけるクラウド監視システムと修理方法、および中央管理されたクラウドサービスブローカーシ

システムとその性能分析

- **Sathian Brijesh (Hamad Medical Corporation)** - IoT、クラウド・コンピューティングおよび機械学習アプローチを使った医療機関へのサイバー攻撃の防止、ならびにブロックチェーンに基づく犯罪デジタル鑑識捜査
- **Saravanan S (University of Madras)** - 医療分野においてクラウド・コンピューティング技術を使って高品質の設備や医薬品を迅速に提供する IoT に基づくスマートで安全な端末
- **Srinivasan Madhan Kumar (Accenture Global Solutions)** - 弾性ストレージボリュームの種類の選択、およびクラウド・コンピューティングを使った公共のクラウド環境向けの最適化エンジンなど
- **Degadwala Sheshang (Sigma Institute of Engineering Vadodara)** - クラウド・コンピューティングを使って情報信号付きのデジタルメッセージを伝達する IoT と機械学習ベースの方法

また、科学論文から特定された主な研究者の一覧は以下のとおりである。

研究者	所属	特許件数
Neeraj Kumar	Thapar University	17
Arun Kumar Sangaiah	VIT University	12
Brij B Gupta	National Institute of Technology	8
Rajkumar Buyya	University of Melbourne	8
Sukhpal Singh Gill	Queen Mary University of London	8
Joel J P C Rodrigues	University of Fortaleza	7
Gagangeet Singh Aujla	Chandigarh University	6
Kim-Kwang Raymond Choo	University of Texas at San Antonio	6
Albert Y Zomaya	University of Sydney	5
Debiao He	Wuhan University	5

これらの研究者が取り組んでいる研究テーマは以下の通りである。

- **Neeraj Kumar、Kim-Kwang Raymond Choo および Debiao He (Thapar University、University of Texas at San Antonio および Wuhan University)** - IoT でアウトソースされたデータを保護する公開鍵暗号化
- **Arun Kumar Sangaiah (VIT University)** - エッジ・コンピューティングネットワークで保護するエネルギー効率のよい端末
- **Brij B Gupta (National Institute of Technology)** - ビッグデータ向けのソフトコンピューティング手法の進歩

- **Rajkumar Buyya (University of Melbourne)** - モバイル・クラウド・コンピューティングおよびワイヤレスセンサーネットワークワーキング
- **Sukhpal Singh Gill (Queen Mary University of London)** - IoT、ブロックチェーン、AI およびクラウド・コンピューティングの革新的な影響
- **Joel J P C Rodrigues (University of Fortaleza)** - IoT およびクラウド・コンピューティングデータの安全性とプライバシーに関する特別な問題
- **Gagangeet Singh Aujla (Chandigarh University)** - VANET での ビッグデータ解析のためのエッジ・コンピューティングに基づくセキュリティ枠組み
- **Albert Y Zomaya (University of Sydney)** - 次の 100 年の未来の世代のクラウド・コンピューティングに対する表明研究

[特許庁委託事業]

インドと諸外国の共同研究実態調査

～情報通信技術（ICT）分野～

2023年5月

禁無断転載

[調査受託]

SciTech Patent Art

独立行政法人 日本貿易振興機構

ニューデリー事務所

(知的財産権部)