

## インドの水不足と気候変動対策 ～水不足問題の解決策としてのインパクト投資の広がり と水資源把握のための空間情報技術の利用可能性～

国際航業株式会社 海外コンサルティング部  
副主任研究員 中西 平

### はじめに

インドでは、急速な人口増加、並びに経済発展により水需要が年々増加し、また気候変動による異常気象により、水不足が深刻化している<sup>1</sup>。インド行政委員会 (NITI Aayog) が 2018 年に発表した統計によると、インド全土で約 6 億人 (全人口の半分) が深刻な水不足に直面しているほか、飲料水へのアクセスが不十分であることが原因で、毎年約 20 万人の命が失われている。また、インドの水資源の約 70% が汚染され、全国で 75% の世帯が自宅で飲料水を飲むことができず、農村部では 84% の世帯が水道水を利用できないでいる。NITI Aayog が公開したインドの水質指数は 122 か国中 120 位と非常に低く、劣悪な状況にあることが伺える<sup>2 3</sup>。

世界各地での温室効果ガスの増加と気候変動が深く関係していることは、今日広く知られている。この気候変動は、気温を上昇させるだけではなく、大雨や洪水、干ばつなどの異常気象を発生させ、地下水を含む水源の水質悪化や枯渇を引き起こすなど、水資源にも大きな影響を及ぼしている。実際に、2022 年に公表された気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第六次評価報告書においても、人為起源の気候変動が、極端現象の頻度と強度の増加を伴い、自然の気候変動の範囲を超えて、自然や人間 (水資源を含む) に対して広範囲にわたる悪影響とそれに関連した損失と損害を引き起こしていることが、初めて明記された<sup>4</sup>。このような状況下、ESG (Environment (環境)、Social (社会)、Governance (企業統治)) 投資と並び、環境または社会問題の解決に寄与し、測定が可能なインパクトを生じさせる意図を持って行われる「インパクト投資」が注目を集めている。そこで本稿では、インドの水不足問題に焦点を当て、水不足問題の解決に取り組む企業または事業活動へのインパクト投資、水資源の把握に利用可能な空間情報技術について概観する。はじめに、第一項では、インパクト投資の特徴とインド国内での投資機会の広がりについて確認する。第二項では、インドの水不足の現状について概観する。最後に第三項では、インパクト評価に係る課題と、水資源情報の収集、及びインパクトの測定における空間情報技術の利用可能性について探る。

<sup>1</sup> インドの人口増加及び都市化、水資源管理のインフラ、及び気候変動の関係については、図 4 に示す。

<sup>2</sup> 西澤知史 (2019) 「インド経済の基礎知識 第 3 版」を参照。

<sup>3</sup> <https://www.iasexpress.net/water-crisis-in-india-upsc-essay/> を参照。

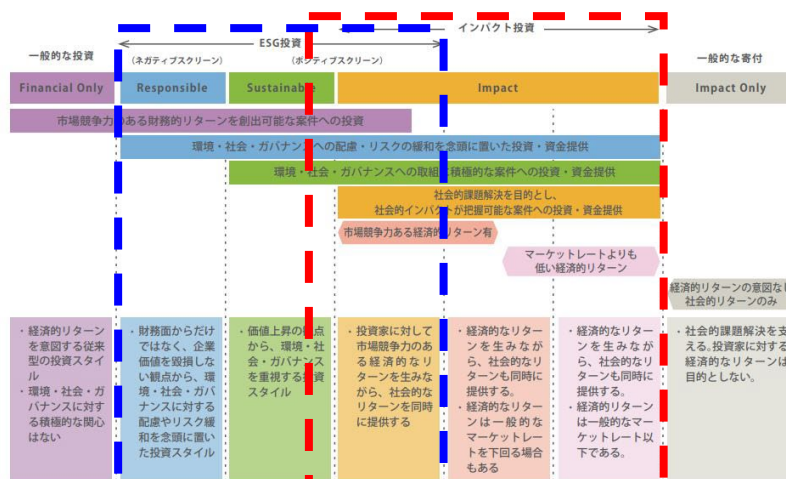
<sup>4</sup> <http://www.env.go.jp/press/files/jp/117548.pdf> を参照。

## 1. インド国内でのインパクト投資機会の広がり

後出の表 1、表 2 で示す通り、社会問題の解決に取り組み、社会的または環境的インパクトをもたらす事業活動への投資が世界各地で増加している。また今後も、これらの活動に関心を示す投資家が増えることが予想されている。そこで本項では、インパクト投資の概要を整理するほか、世界並びにインドにおけるインパクト投資の傾向について確認する。

### (1) インパクト投資の定義及び特徴

インパクト投資とは、「財務的リターンと並行して、ポジティブで測定可能な社会的及び環境的インパクトを同時に生み出すことを意図する投資行動」のことを指す<sup>5</sup>。また、インパクト投資では、従来の投資の価値判断基準である「リスク」と「リターン」の二つの軸に加えて、「インパクト」という第三の軸を取り入れた三次元評価に基づいて投資判断が行われるほか、(1) 有益で測定可能なインパクトを創出する意図があること、(2) 財務的リターンを目指すこと、(3) 広範なアセットクラスを含むこと、(4) 社会的インパクト評価を行うことの四大要素が定められている<sup>6</sup>。ESG 投資と比べて、様々なアセットクラス<sup>7</sup>が対象に含まれ、金銭的リターンの獲得を目指す点では共通しているが、インパクト投資は、上述した通りリスクとリターンに加えて、インパクトのために投資することが明確であると共に、どのくらいのインパクトが生まれたか（どれくらい課題を解決できたか）を測定し、報告することが求められる点が特徴として挙げられる。図 1 では、インパクト投資の特徴を赤枠で、ESG 投資の特徴を青枠でそれぞれ示す。



出所：「インパクト投資拡大に向けた提言書 2019（GSG<sup>8</sup>国内諮問委員会）」の図を引用

図 1：インパクト投資と ESG 投資の特徴比較

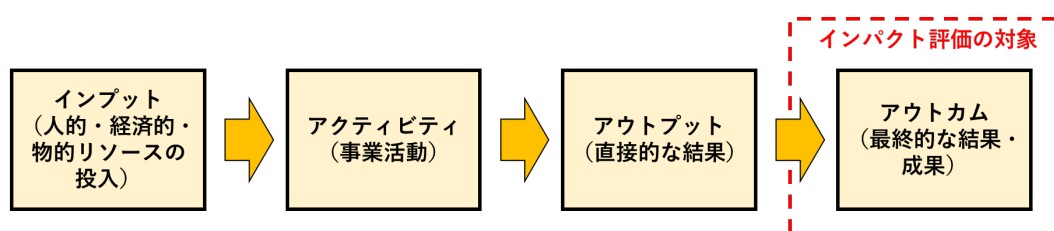
<sup>5</sup> <https://impactinvestment.jp/user/media/gsg/page/impact-investing/players/gsg-2020.pdf> を参照。

<sup>6</sup> 同上。

<sup>7</sup> 同じようなリターン（値動き）やリスク特性を有する投資対象の資産の分類の意。例として、国内株式、国内債券、外国株式、外国債券、不動産投資信託（REIT）、コモディティ（商品）、ヘッジ、ファンドへの投資などがある。

<sup>8</sup> Global Steering Group for Impact Investment の略称で、2021 年現在、33 各国が加盟するインパクト投資の国際的な推進団体。

インパクト投資は、大きく四つの段階から構成される。図 2 に、インパクト投資事業がリソースを投入してからインパクトをもたらすまでの各段階と、インパクト投資全体のフローを示す。同図左から順に、「インプット」は人的・経済的・物的リソースの投入、「アクティビティ」は具体的な事業活動、「アウトプット」は事業から直接的にもたらされる結果、「アウトカム」は最終的な結果・成果（事業活動の結果として生じた社会的・環境的なアウトカム）を意味する。また、同図の赤枠で示した通り、インパクト投資では、アウトプットの結果として生じたアウトカムの評価が重要視されている。



出所：「国際的なインパクト評価手法の解説と日本・ローカルにおける適用可能性」を基に筆者作成

図 2：インパクト投資のフロー図

## (2) インパクト投資の資産配分の推移

インパクト投資の世界的なネットワークである Global Impact Investment Network (GIIN) が行った、資産額の地域別推移に関する調査結果を、表 1 に示す。同表より、対象とした全ての地域において、インパクト投資の成長が見られ、特に、西欧、北欧、南欧、東アジア、東南アジア地域での成長が著しい。また、インドが位置する南アジア地域においても年平均成長率が 15%であった。

表 1：地域別資産額の推移（2015～2019年）

| 地域            | 資産額（単位：100万ドル） |              | 年平均成長率     |
|---------------|----------------|--------------|------------|
|               | 2015年          | 2019年        |            |
| 西欧、北欧、南欧      | 6,365          | 15,318       | 25%        |
| 東アジア、東南アジア    | 4,080          | 9,385        | 23%        |
| ラテンアメリカ、カリブ諸国 | 6,216          | 13,167       | 21%        |
| 米国、カナダ        | 10,036         | 20,625       | 20%        |
| 中東、北アフリカ      | 1,447          | 2,881        | 19%        |
| オセアニア         | 1,915          | 3,419        | 16%        |
| <b>南アジア</b>   | <b>4,535</b>   | <b>7,822</b> | <b>15%</b> |
| 東欧、中央アジア      | 5,997          | 9,264        | 11%        |
| サブサハラ・アフリカ    | 9,602          | 12,808       | 7%         |
| その他           | 1,625          | 2,793        | 15%        |
| 合計            | 51,817         | 97,483       | 17%        |

出所：GIIN「インパクト投資家に関する年次調査 2020年版」を引用

セクター別では、水・公衆衛生セクターでのインパクト投資が大幅に成長している。表 2 が示す通り、水・公衆衛生セクターへの資産配分が最も増加しており、同セクターの年平均成長率は 33%であった。また、同表に示すインパクト投資家に関する調査の過半数の回答者が、水・公衆衛生セクターへの資産配分を増やすことを計画していることから、今後、同セクターの企業や事業活動に対して多額の投資が行われる可能性が高いことが伺える。

表 2：セクター別資産額の推移（2015～2019 年）

| セクター              | 資産額（単位：100 万ドル） |        | 年平均成長率 |
|-------------------|-----------------|--------|--------|
|                   | 2015 年          | 2019 年 |        |
| 水・公衆衛生            | 3,083           | 9,735  | 33%    |
| 金融（マイクロファイナンスを除く） | 5,667           | 16,432 | 30%    |
| ヘルスケア             | 2,405           | 5,590  | 23%    |
| 食糧・農業             | 3,746           | 8,284  | 22%    |
| エネルギー             | 9,007           | 19,077 | 21%    |
| ICT               | 1,198           | 2,058  | 14%    |
| インフラ              | 1,144           | 1,818  | 12%    |
| 住宅関連              | 4,238           | 6,322  | 11%    |
| マイクロファイナンス        | 9,525           | 13,439 | 9%     |
| 製造業               | 1,667           | 1,356  | -5%    |
| 教育                | 1,695           | 1,257  | -7%    |
| 芸術・文化             | 142             | 52     | -22%   |
| その他               | 8,298           | 12,063 | 10%    |
| 合計                | 51,817          | 97,483 | 17%    |

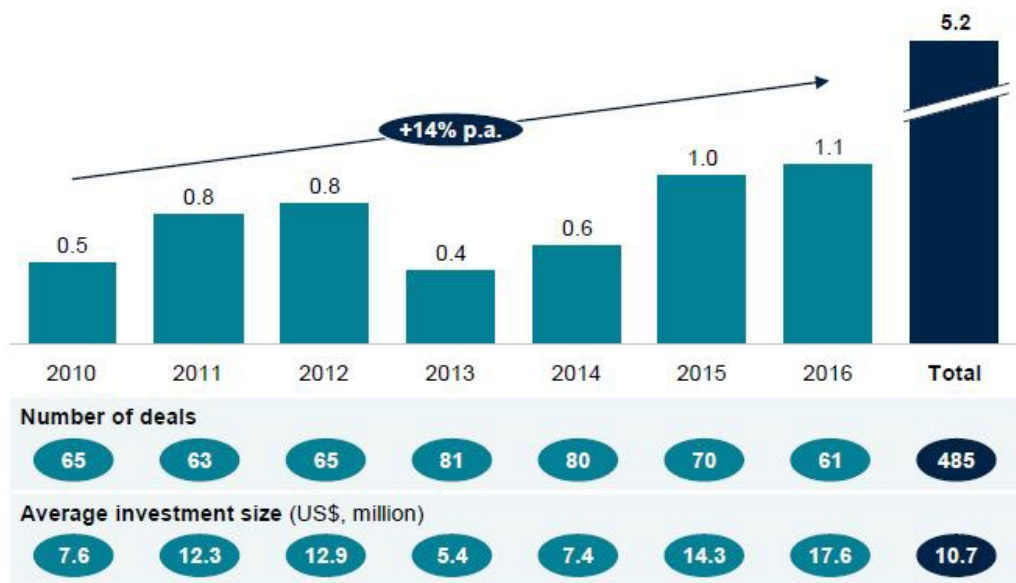
出所：GIIN「インパクト投資家に関する年次調査 2020 年度版」より引用

ここまで、世界のインパクト投資の市場が近年急速に拡大し、特に、水・公衆衛生セクターへの投資規模が急激に伸びていることを確認した。以降では、対象をインドに絞り、同国内におけるインパクト投資の動向について確認する。

### (3) インド国内におけるインパクト投資の動向

#### 1) インパクト投資規模と分野、及び将来予測

インドのインパクト投資は、近年、投資件数、平均投資金額共に拡大傾向にある。具体的には、インドへの投資額は、2010 年の 5 億米ドルから 2016 年の 11 億米ドルへ拡大し、同期間の累積投資金額は 52 億米ドル、インパクト投資の累積案件数は計 485 件となった。また、一件当たりの投資規模が 2010 年の 760 万米ドルから 2016 年の 1,760 万米ドルへ増加した（図 3）。



出所：McKinsey & Company 「Impact investing: Purpose-driven finance finds its place in India」より引用

図 3：インドのインパクト投資規模の推移（2010～2016年）

図 3 で参照した McKinsey & Company の調査によると、インドのインパクト投資規模は、将来、さらに拡大すると予測されている。具体的には、2016 年時点で 11 億米ドルだった投資総額が、2020 年には 25～30 億米ドル、2025 年には 60～80 億米ドルにまで拡大する可能性がある<sup>9</sup>。また、セクター別で見ると、特にマイクロファイナンス、エネルギー、ヘルスケア、教育セクターにおけるインパクト投資の拡大が予測されている。その結果、これまでインドでは慈善寄付が多く行われていたが（2015 年時点、インパクト投資総額の約 8 倍相当）、今後は、インパクト投資と慈善寄付の両輪で社会問題解決に寄与するケースが増えるものと期待されている。

## 2) 日本の企業または機関によるインド向けインパクト投資事例

上述したインパクト投資の拡大傾向と並行して、インドにおける日本の投資機関からのインパクト投資の事例も見られている。GSG 諮問委員会が発行した報告書のアンケート調査によると、業種別に、運用機関 6 件、ベンチャーキャピタル 3 件、保険会社 1 件、政府系開発・金融機関 1 件、銀行・信託銀行 6 件、信用組合・信用金庫 2 件、証券会社 1 件、財団 4 件、学校法人 2 件、その他団体 5 件の投資事例が報告されている。そのうち、政府系開発・金融機関、学校法人、その他団体の業種のそれぞれ一件がインド向け投資事例である<sup>10</sup>。このように、インド国内でインパクト投資が拡大する機運の中、日本の投資機関によるインド

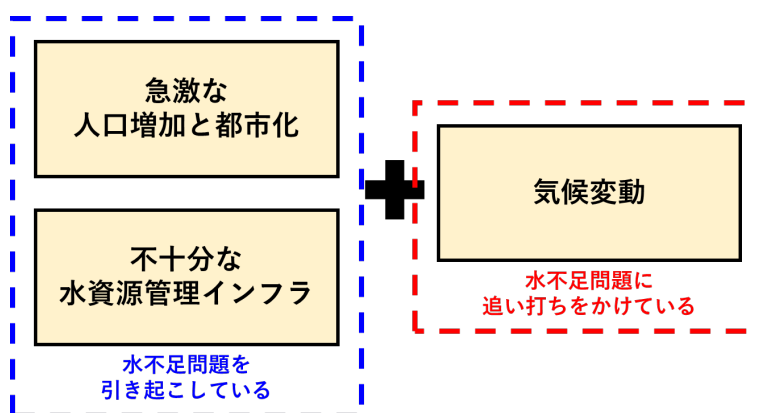
<sup>9</sup> <https://thegiin.org/assets/Impact-investing-finds-its-place-in-India.pdf> を参照。

<sup>10</sup> <http://impactinvestment.jp/user/media/resources-pdf/gsg-2021.pdf> を参照。同レポートの図表 19 「インパクト投資取り組み機関一覧と投資事例」上で、「インド」の表記を含む投資事例のみをカウントした。

の社会問題へのインパクト投資が行われる事例が今後も増えることが見込まれよう。

## 2. インドの水資源の状況

インドでは、人口増加と都市化が急速に進み、多くの地域で水資源の管理に必要なインフラの整備が不十分のままとなり、これらの状況が水不足問題を引き起こしている主な要因となっている。加えて、近年の気候変動がこの水不足問題に追い打ちをかけており、深刻化及び複雑化が進んでいると考えられる（図 4）。そこで本項では、各種要因のうち、特に気候変動（下図赤枠）による影響について着目しながら、インドの水資源概況と利用状況、気候変動に関わる水事情、水不足問題に係る国内政策について概観する。



出所：各種資料を基に筆者作成

図 4：インドの水不足問題の主な原因と気候変動の関係

### (1) インドの水資源概況と利用状況

インドの水資源は、量、質共に地域差が見られる。また、時間の経過と共に刻々とその状況が変化し、その結果、同国内の人々の日常生活や自然生態系に大きな影響を及ぼしている。インドの水資源の概況について表 3 に整理し、確認する。

表 3：インドの水資源の概況

| 項目       | 概況   |
|----------|--|
| 利用可能な水の量 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 全土の降水量は、毎年約 4,000 km<sup>3</sup> と推定されている。蒸発散や浸透等による減少のため、実際に利用可能な水の量は、約 1,137 km<sup>3</sup> と推定されている。</li> <li>● 年間の水需要は、現在約 750 km<sup>3</sup> であるが、2050 年までに 1,180 km<sup>3</sup> に増大し、上述した実際に利用可能な水の量 (1,137 km<sup>3</sup>) を上回ると予想される。</li> <li>● 全人口の半分 (約 6 億人) が、深刻な水不足に直面している。</li> <li>● 時期や地域によって降水量にばらつきが見られる。例えば、ウッタルプラデッシュ州、ヒマーチャルプラデッシュ州では水が剰余している一方、マハラシュトラ州、カルナータカ州、タミル・ナドゥ州、ラジャスターン州と、グジャラート州の一部では、水</li> </ul> |

| 項目     | 概況  |
|--------|---|
|        | が不足している。  |
| 水質     | <ul style="list-style-type: none"> <li>約 70%の水が汚染されている。また、75%の世帯が敷地内に飲料水を持っていないほか、84%の農村部世帯が水道水を利用できないなど、飲料水へのアクセスが不十分で、毎年約 20 万人が死亡している。</li> <li>NITI Aayog が設定した水質指標によると、インドは、世界 122 か国中 120 位にランク付けされている。</li> </ul>  |
| 地下水    | <ul style="list-style-type: none"> <li>地下水の 54%が、補充されるよりも早く、減少している。</li> <li>地下水面は、ほとんどの地域で低下している。また、地下水には、フッ化物、ヒ素、水銀、ウラン等の有毒元素が含まれている可能性が確認された。</li> </ul>   |
| 貯水池・河川 | <ul style="list-style-type: none"> <li>主要な水源の水位は、過去 10 年間の水位の 21%にまで低下した。</li> <li>数百の季節的な河川または小川が、既に消滅した。また、ほとんど全ての主要な恒常河川が淀んでいる。</li> <li>タミル・ナドゥ州内を流れるカーヴェリ川とその支流は、何十年もの間海に流れ込んでいない。また、マハラシュトラ州、カルナータカ州、アンドラ・プラデッシュ州を流れるクリシュナ川は、一年のほとんどの間、河口付近の三角州で水が干上がっている。</li> </ul> |

出所：<https://www.iasepress.net/water-crisis-in-india-upsc-essay/>を仮訳し、筆者作成

インド国内では、多くの水が農業に利用されており、水不足は農業にも大きな影響を及ぼす恐れがある。2017 年、同国内での水使用量は農業用水が 688 km<sup>3</sup>/年で最も多く全体の 90.4%を占め、次に生活用水の 56 km<sup>3</sup>/年（同 7.4%）、工業用水の 17 km<sup>3</sup>/年（同 2.2%）の順に続く（表 4）。インド国内の水資源の増減は、農産物の収量にも大きな影響を及ぼし得ることから、農業に大きく依存する同国の GDP 成長率を押し下げること懸念される。

表 4：分野別の水使用量とその推移

（単位：km<sup>3</sup>/年）

| 用途   | 1992 年            | 1997 年            | 2002 年            | 2007 年            | 2012 年            | 2017 年            |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 農業用水 | 479.7<br>(91.9%)  | 528.9<br>(91.6%)  | 584.3<br>(91.2%)  | 649.1<br>(90.7%)  | 688.0<br>(90.4%)  | 688.0<br>(90.4%)  |
| 工業用水 | 14.0<br>(2.7%)    | 11.5<br>(2.0%)    | 11.4<br>(1.8%)    | 14.9<br>(2.1%)    | 17.0<br>(2.2%)    | 17.0<br>(2.2%)    |
| 生活用水 | 28.4<br>(5.4%)    | 36.9<br>(6.4%)    | 44.8<br>(7.0%)    | 51.8<br>(7.2%)    | 56.0<br>(7.4%)    | 56.0<br>(7.4%)    |
| 合計   | 522.1<br>(100.0%) | 577.3<br>(100.0%) | 640.5<br>(100.0%) | 715.8<br>(100.0%) | 761.0<br>(100.0%) | 761.0<br>(100.0%) |

出所：FAO AQUASTAT のデータを基に、筆者作成

2018 年、インドでは、NITI Aayog が、2015 年の国連総会で採択された SDGs の各目標に対する活動の実行方法、及び達成度合いの測定方法を共有するため、ベースラインレポート<sup>11</sup>を発表した。同レポートは、インド国内の各州または連邦直轄領における活動の進捗状況

<sup>11</sup> [https://www.niti.gov.in/sites/default/files/2020-07/SDX\\_Index\\_India\\_Baseline\\_Report\\_21-12-2018.pdf](https://www.niti.gov.in/sites/default/files/2020-07/SDX_Index_India_Baseline_Report_21-12-2018.pdf)を参照。

を確認すると共に、具体的な数値を時系列比較して将来的予測を行うことを目的に作成された。SDGs の全 17 ゴールを対象として、国内関係機関との協議結果を基に設定した計 62 の指標から構成される。全 SDGs のうち、本稿で取り上げる「水」に深く関係するゴール 6 「安全な水とトイレを世界中に」においては、「農村部での安全・適切な飲料水の供給割合」、「農村部での個別の家庭用トイレを備えた世帯の割合」、「野外排便がないことが確認された地区の割合」、「都市部で発生する下水排水量に対する下水処理能力」、及び「純年間利用可能量に対する地下水取水量の割合」の 5 項目の指標が設定された。

同レポートによると、インドの水不足問題の現状は、地域（州または連邦直轄領）によっても大きく異なっている。表 5 では、本稿のテーマとも特に関連が深い、「農村部での安全・適切な飲料水の供給割合」と「純年間利用可能量に対する地下水取水量の割合」の二つの水資源に係る指標のスコアを例として抜き出し、水資源に係る現状の地域差を確認する。例えば、農村部での安全で適切な飲料水の供給割合について、最もスコアの高いグジャラート州（赤色）と最もスコアの低いメガラヤ州（青色）では、約 5 倍の差がある。同様に、純年間利用可能量に対する年間地下水取水量の割合について、ハリヤナ州、パンジャブ州、ラジャスターン州、タミル・ナドゥ州、ウッタル・プラデシュ州、ダマン・ディウ、デリー、プドゥチェリ（以上、緑色）だけが全国平均を下回り、目標をまだ達成できていないことが見て取れる。

表 5：インドにおける水資源に係る SDGs 達成の指標例

| No. | 州または連邦直轄領     | 農村部での安全で適切な飲料水の供給割合 |                     | 純年間利用可能量に対する年間地下水取水量の割合 |                     |
|-----|---------------|---------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
|     |               | 元データ                | 指標スコア <sup>12</sup> | 元データ                    | 指標スコア <sup>13</sup> |
| 1   | アンドラ・プラデシュ    | 62.84               | 53                  | 43.83                   | 100                 |
| 2   | アルナーチャル・プラデシュ | 43.18               | 28                  | 0.25                    | 100                 |
| 3   | アッサム          | 55.50               | 43                  | 16.40                   | 100                 |
| 4   | ビハール          | 55.84               | 44                  | 44.68                   | 100                 |
| 5   | チャッティースガル     | 93.62               | 92                  | 36.97                   | 100                 |
| 6   | ゴア            | 99.86               | 100                 | 33.33                   | 100                 |
| 7   | グジャラート        | <b>99.99</b>        | <b>100</b>          | 67.91                   | 100                 |
| 8   | ハリヤナ          | 95.44               | 94                  | <b>135.15</b>           | <b>17</b>           |
| 9   | ヒマーチャル・プラデシュ  | 82.04               | 77                  | 50.94                   | 100                 |
| 10  | ジャンム・カシミール    | 60.15               | 49                  | 24.48                   | 100                 |
| 11  | ジャールカンド       | 94.89               | 93                  | 22.54                   | 100                 |
| 12  | カルナータカ        | 48.72               | 35                  | 66.81                   | 100                 |
| 13  | ケララ           | 22.26               | 1                   | 46.47                   | 100                 |
| 14  | マディヤ・プラデシュ    | 99.73               | 100                 | 56.67                   | 100                 |

<sup>12</sup> 同レポートより、指標スコア 100 が「目標を達成した (Achiever)」、同 65～99 が「目標達成に向けて先行して活動中 (Front Runner)」、同 50～64 が「目標達成に向けて活動中 (Performer)」、同 49 未満が「目標達成に向けた活動に取り組むことを意図している (Aspirant)」の状態を示す。

<sup>13</sup> 同上。



| No. | 州または連邦直轄領     | 農村部での安全で適切な飲料水の供給割合 |                     | 純年間利用可能量に対する年間地下水取水量の割合 |                     |
|-----|---------------|---------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
|     |               | 元データ                | 指標スコア <sup>12</sup> | 元データ                    | 指標スコア <sup>13</sup> |
| 15  | マハラシュトラ       | 81.11               | 76                  | 54.22                   | 100                 |
| 16  | マニプール         | 67.70               | 59                  | 0.94                    | 100                 |
| 17  | メガラヤ          | 21.59               | 0                   | 0.40                    | 100                 |
| 18  | ミゾラム          | 65.77               | 56                  | 2.93                    | 100                 |
| 19  | ナガランド         | 50.98               | 37                  | 1.71                    | 100                 |
| 20  | オディシャ         | 81.70               | 77                  | 30.08                   | 100                 |
| 21  | パンジャブ         | 68.13               | 59                  | 148.82                  | 0                   |
| 22  | ラジャスターン       | 46.36               | 32                  | 139.52                  | 12                  |
| 23  | シッキム          | 31.81               | 13                  | -                       | -                   |
| 24  | タミル・ナドゥ       | 93.87               | 92                  | 77.25                   | 91                  |
| 25  | テランガナ         | 49.35               | 35                  | 58.03                   | 100                 |
| 26  | トリプラ          | 55.45               | 43                  | 7.27                    | 100                 |
| 27  | ウッタル・プラデシュ    | 98.40               | 98                  | 73.71                   | 95                  |
| 28  | ウッタラカンド       | 57.40               | 46                  | 50.25                   | 100                 |
| 29  | 西ベンガル         | 40.50               | 24                  | 44.58                   | 100                 |
| 30  | アンダマン・ニコバル    | 88.70               | 86                  | 0.98                    | 100                 |
| 31  | チャンディガル       | -                   | -                   | 0.00                    | 100                 |
| 32  | ダドラ及びナガル・ハヴェリ | -                   | -                   | 31.75                   | 100                 |
| 33  | ダマン・ディウ       | -                   | -                   | 71.43                   | 98                  |
| 34  | デリー           | -                   | -                   | 125.81                  | 29                  |
| 35  | ラクシャディープ      | -                   | -                   | 67.71                   | 100                 |
| 36  | プドゥチェリ        | 69.90               | 62                  | 87.93                   | 77                  |
|     | インド国          | 71.80               | 64                  | 61.53                   | 100                 |
|     | 目標            | 100.00              | 100                 | 70.00                   | 100                 |

出所：「SDG India Index Baseline Report, 2018」より引用

## (2) インドの気候変動と水事情

前述した農業用水としての水利用の割合の高さからも推察される通り、今日のインド経済は依然として農業に大きく依存しており、干ばつなどの異常気象をもたらす農業に長期的な影響を及ぼし得る気候変動は、同国にとって非常に大きな脅威である。気候変動は、気温の上昇以外にも、海水の膨張や氷河の消失などによる海水面の上昇、絶滅危惧種の増加などの自然生態系の変化、サイクロンなどの異常気象の原因にもなっている。表 3 で示した水資源の概況等も踏まえ、インド国内で予測される気候変動による影響及び変化を表 6 に示す。

表 6：気候変動によるインド国内の水資源に関する将来予測

| 事象   | 気候変動による影響及び変化  |
|------|--|
| 気温上昇 | <ul style="list-style-type: none"> <li>平均気温は更に上昇し、21 世紀末までに、1976 年から 2005 年までの平均気温と比べて約 4.4 度、上昇する。</li> <li>日中の最高気温と夜間の最低気温は更に上昇し、21 世紀末までに、1976 年から 2005 年までの平均気温と比べてそれぞれ 4.7 度、5.5 度、上昇する。</li> </ul> |

| 事象              | 気候変動による影響及び変化   |
|-----------------|---|
|                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 温暖な日、並びに温暖な夜<sup>14</sup>の発生頻度は、1976年から2005年までの頻度と比べて、それぞれ55%、70%、上昇する。</li> <li>● 夏季(4~6月)に発生する熱波の頻度は、21世紀末までに、1976年から2005年までの頻度と比べて、3~4倍に増える。また、熱波が続く平均期間が長引く可能性も示唆されている。</li> <li>● 地表面温度、並びに湿度の上昇に伴い、熱ストレス(高温による健康被害)の危険が高まる。</li> </ul> |
| インド洋の海水温暖化      | ● インド洋の海水面温度と熱量は、21世紀中も引き続き上昇する。  |
| 降水の変化           | ● 21世紀末までに、雨季の平均降水量とその変動割合、極端な日降水量が増大する。  |
| 干ばつの増加          | ● 雨季の降水量の変わりやすさや、温暖化した大気中の水蒸気需要の増加により、発生頻度(10年に二回以上の干ばつ)、被害範囲共に、21世紀末まで増大傾向にある。   |
| 海面上昇            | ● 21世紀末までに、1986年から2005年間の海面平均と比べて、北インド洋の海面が約300mm(世界平均は180mm)上昇する。  |
| 熱帯低気圧(サイクロン)の増加 | ● 21世紀には、熱帯低気圧(サイクロン)の強度はさらに強まる。  |
| ヒマラヤ山脈の変化       | ● 21世紀末までに、ヒンドゥークシュ・ヒマラヤ山脈の地表面の年間平均気温が約5.2度、上昇する。その他、同地域の年間降水量の増加、降雪量の減少の可能性も示唆されている。   |

出所：「Assessment of Climate Change over the Indian Region. A Report of the Ministry of Earth Sciences (MoES), Government of India. 2020」のエグゼクティブサマリーを仮訳し、筆者作成

### (3) 水不足問題に係る国内政策

インドでは水不足が深刻化し、分野や地域に応じて格差が生まれている状況下、インド政府では、水不足問題解決への取り組みを各種政策の重要課題の一つとして掲げている。表7では、インド国内の水・衛生セクター、森林セクターにおける一部の政策またはプログラムや、最近の動向を概観し、水不足問題に関連する項目を示す。

表7：インド国内の主な政策と関連項目<sup>15</sup>

| 名称               | 主な関連事項   |
|------------------|--|
| 国が決定する貢献草案(INDC) | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 水を適応策の重要分野の一つとして取り上げるなど、水分野も含めて、気候変動対策への注力が続いている。</li> <li>● 包括的な水データベースの構築並びに水資源に対する気候変動の影響評価、水の保全または増強のための市民または州レベルの行動の促進、水の乱用を経験した地域を含む水不足に直面する地域への配慮、水利用効率の20%向上、流域レベルの統合水資源管理の推進を目指すプログラム(National Action Plan on Climate Change (NAPCC))について言及している。</li> <li>● 地下水はインドにおいて重要な水資源であり、雨水貯留は、流域開発事業における重要な活用であり、全国または州レベルでの各種プログラムにおいて採用されている。また、</li> </ul> |

<sup>14</sup> 暖かい日(夜)は、最高(最低)温度が、90パーセントの温度を超えた状態を指す。

<sup>15</sup> 本表は、本稿作成に際し筆者が確認した一部の政策またはプログラムの内容のみを示しており、全ての政策またはプログラム、並びに関連事項を網羅しているものではない。

| 名称                     | 主な関連事項  |
|------------------------|---|
|                        | <p>自治体レベルでは、大型建築物または宿泊施設における雨水貯留を義務化するよう、デリーの建築条例が改訂されたことについて言及している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● その他、流域管理を促進することを目的とした、世界銀行プロジェクト (Neeranchal)、河川環境の改善を目的とした National Mission for Clean Ganga、河川や湖沼、湿地の保全、並びに対象河川や地域の水質改善を目的とした National River Conservation Directorate について言及している。</li> </ul> |
| 水専門の省庁の設立              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2019 年に、従来の水資源・河川開発・ガンジス川再生省 (Ministry of Water Resource, River Development and Ganga Rejuvenation) と飲料水・公衆衛生省 (Ministry of Drinking Water and Sanitation) を統合し、水資源の開発や規制に向けた政策やプログラムの策定などを所管する省庁として設立された。</li> </ul>  |
| 国家森林政策草案 <sup>16</sup> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 適切な森林管理並びに水土保全対策により、生態学的に脆弱な集水域を安定化させることを重視している。</li> <li>● 森林及び森林被覆管理における新たに注力すべき分野として、水を循環利用するための森林管理を掲げている。</li> <li>● 森林を適切に管理し、森林生態系が有する水源涵養機能を最大限活用し、水を循環利用できるよう、科学的根拠に基づいた集水域管理計画の策定及び実行が求められることを新たに明示している。</li> </ul>  |
| Green India Mission    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 森林の水源涵養機能にも注目し、水循環 (水源涵養) に係る生態系サービスの改善を目標の一つに加えている。</li> <li>● 湿地帯の保全にも注力することを述べており、地下水の保全並びに水質の浄化に重要な役割が期待されている。</li> </ul>  |

出所：各種資料を基に筆者作成

ここまで、第一項では、インパクト投資の特徴とインド国内での投資機会の広がりを確認し、続く第二項では、インドの水不足の現状と気候変動による影響について概観した。次項では、再びインパクト投資に焦点を当て、インパクト評価に係る課題を確認し、空間情報技術の利用可能性を探る。

### 3. インパクト評価に係る課題と空間情報技術の利用可能性

インパクト評価において、投資家が報告を求められるデータについて、明確なコンセンサスは存在していないが、将来的には、表 8 に示す 5 つの性質を満たしていることが望ましいとされている。しかしながら、これらの性質を満たし、インパクト投資による効果を定量的に測定・評価することは依然難しく、インパクト測定の認証制度に加えて、その標準化 (または数値化、記号化) が、今後の重要課題として残されている。

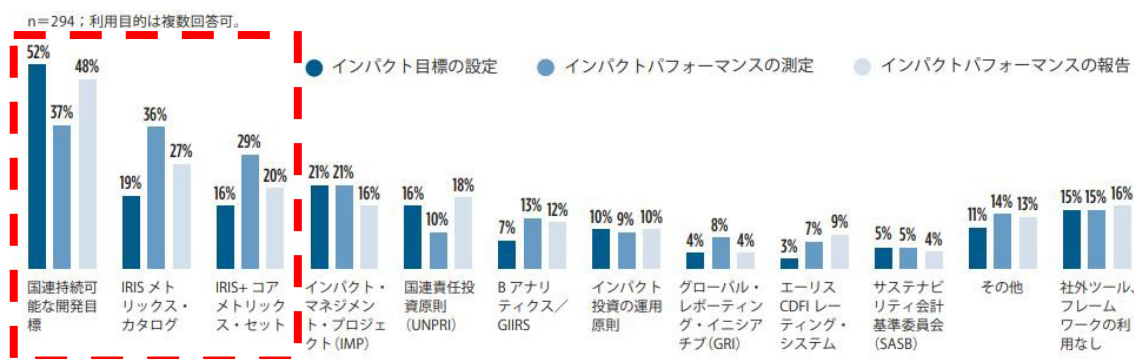
<sup>16</sup> <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/Draft%20National%20Forest%20Policy,%202018.pdf> を参照。草案であるため、2021 年時点、公式に承認されたものではない。

表 8：インパクト評価において収集するデータに求められる主な性質

| 性質    | 概要  |
|-------|---|
| 重要性   | 投資家が企業の経済・社会・環境的な価値創造能力を評価する時や、ポートフォリオや取引、企業レベルの意思決定を行う際に、実質的に影響を及ぼすようなデータであること |
| 信頼性   | 信頼できる方法でデータの収集や検証がなされていること  |
| 比較可能性 | 異なる投資のデータが比較可能であること   |
| 追加性   | 投資家が資金提供をしなかった場合と比較した、追加的な効果を評価できるデータであること                                      |
| 普遍性   | 市場、地理、セクターの違いを問わず、共通のデータ収集手法が適用できること  |

出所：Social Impact Investment Taskforce (2014)より大和総研が作成したものを引用

インパクト投資は、原則として、意図したインパクトを実現する能力の有無に大きく依存するため、インパクト投資の効果の度合いを測定する、インパクト測定・マネジメント (IMM) のアプローチの実践が重要な役割を担う。現在、IMM のリソースは複数普及しており、目的に応じて各リソースの利用状況は異なっている (図 5)。



出所：GIIN 「インパクト投資家に関する年次調査 2020 年度版」より引用

図 5：インパクト測定・マネジメント (IMM) の目的別利用状況<sup>17</sup>

上図の赤枠で示す通り、多くのインパクト投資家がインパクトの測定及び報告に、SDGs や、専用ツールの IRIS または IRIS+<sup>18</sup>を使用していることが分かる。IRIS+は、2019 年の発表以降、インパクト投資家を中心に広く知られるようになり、現在では、SDGs の目標、または特定のインパクトや主題ごとに指標 (計算方法や留意事項を含む) を提供しており、IMM アプローチの標準的なツールとして活用されている。SDGs の目標、または特定のインパクトや主題に関する事業や取り組みを計画する段階で IRIS+を活用し、同ツールが提案する指標候補の中から適切なアウトカムの指標を選定することで、事業の評価計画の策定に

<sup>17</sup> アンケート調査への有効回答数は 296 件、利用目的については、複数の回答を可能とした。

<sup>18</sup> インパクトの測定、及び管理を行うためのオンライン・ツールで、2008 年に事業者と投資家の共通言語の確立、透明性・信頼性・比較可能性の向上を目的に GIIN が開発した IRIS を応用したマネジメント・ツール。

加えて、事業の実施、事業効果の把握・測定、事業結果の報告及び活用まで、幅広く活用することができる<sup>19</sup>。

この IRIS+では、社会的なインパクトを測るデータの収集方法（企業の社内情報、記録簿、フォーカスグループ、インタビュー調査、携帯機器を活用した調査、マクロデータなど）に加えて、環境へのインパクトを測るデータの収集方法として衛星画像や遠隔センサーの活用可能性を示唆している。IRIS+の当該資料が公開された 2020 年 1 月時点では、衛星画像や遠隔センサーを活用したインパクトの測定事例はまだ存在しない。しかし、リモートセンシング技術、特に衛星リモートセンシングの特長である広い地域をほぼ同時に観測できる（広域同時性）、決まった周期で反復して観測できる（反復性）、可視光だけでなく様々な波長帯で観測できる（多波長性）などは、表 8 で示したインパクト評価において収集するデータに求められる性質の確保にも寄与できると考えられる。そのため、空間情報技術の特性及び限界を理解した上で、IMM アプローチの様々な局面において、適切な利用可能性と方法（複数の衛星、あるいは衛星と地上調査の組み合わせによる複合利用など）の検討が、今後さらに求められると推察する。

日本やインドでは、以前より地球観測の研究・開発が進められ、また多数の人工衛星が打ち上げられ、今日、水不足問題解決に資する地球規模のデータを取得することを可能にしている。日本の主な衛星またはデータと把握可能と思われる水資源の概況、または気候変動による事象例を資料 3 に整理した。例えば、水循環変動観測衛星「しずく（GCOM-W）」が観測した地表面付近の土壌水分量のデータは、土壌に蓄えられている水分の状況や、土壌の乾燥状況を表している。土壌水分量の地域的なばらつきや経年変化を把握することにより、農作物の収量予測、あるいは農業に大きな影響を及ぼし得る干ばつや洪水の被害予測などに役立てられている<sup>20</sup>。また、世界の降水分布データ「衛星全球降水マップ（GSMaP）」は、降水量とその地域的なばらつきを把握することにより、農作物の生育状況や収量、干ばつの状況を把握または予測するためにも有効である<sup>21</sup>。なお、資料 3 に記載した GCOM 衛星の利活用は、内閣府により 2022 年 3 月に閣議決定された第 4 期地理空間情報活用推進基本計画の中で重点施策の一つとして掲げられている。気候変動予測の精緻化、モニタリング等において、今後、同衛星を含む衛星リモートセンシングの国内外での利活用がさらに促進される可能性が高まると考えられる。インドもまた各種人工衛星を打ち上げており、複数の気象・地球観測衛星が現在運用されている。資料 3 と同様に、インドの主な衛星と把握可能と思われる水資源の概況、または気候変動による事象例を資料 4 に整理した。

前述した通り、インパクト投資による効果を定量的に測定・評価することは依然難しく、技術的課題として残されていることを確認した。一方で、現在多くの衛星が運用され、新たな衛星の開発も進められており、様々な空間データが取得されている。これらのデータを用

---

<sup>19</sup> [https://simi.or.jp/wp-content/uploads/2021/06/SIM-guideline-Ver.2\\_-\\_guidance-document\\_IRIS.pdf](https://simi.or.jp/wp-content/uploads/2021/06/SIM-guideline-Ver.2_-_guidance-document_IRIS.pdf) を参照。

<sup>20</sup> <https://earth.jaxa.jp/ja/data/products/soil-moisture/index.html> を参照。

<sup>21</sup> <https://earth.jaxa.jp/ja/earthview/2019/03/25/1534/index.html> を参照。

いることにより、多時点の水資源の状況を広域に、かつ様々な角度から把握できることから、今後、空間情報技術を複合的に利用する場面の増加が期待できる。

#### 4. 終わりに

本稿では、インドを含む世界各地域において、インパクト投資が急速に拡大していることに加えて、投資規模の推移から、水・衛生セクターが投資家の注目を集めていることを確認した。また、インド国内の水資源の現状、及び気候変動による水不足の深刻化の他、同国が実施する関連施策の一部についても概観した。さらに、インパクト投資の対象となる事業活動の計画策定や、インパクト目標の設定、インパクトの測定や評価等において参考となり得る水資源情報の収集に、リモートセンシング技術を複合的に利用する可能性を検討した。以上見てきたように、インパクトの測定及び評価が必要不可欠なインパクト投資事業の活動において、衛星リモートセンシングを始めとした空間情報技術を適切に利用し、水資源の実態を空間的に把握することで、インドが直面する深刻かつ複雑な水不足問題の解決に貢献することが望まれる。

資料1：インドの州及び連邦直轄領位置図



出所：西澤「インド経済の基礎知識（第3版）」より引用

資料 2：本稿で使用したインド国内の地方行政区名及び対応表

| No. | 行政区       | 英語名                                       | 日本語名                      |
|-----|-----------|---|---------------------------|
| 1   | 州         | Andhra Pradesh                            | アンドラ・プラデシュ                |
| 2   |           | Arunachal Pradesh                         | アルナーチャル・プラデシュ             |
| 3   |           | Assam                                     | アッサム                      |
| 4   |           | Bihar                                     | ビハール                      |
| 5   |           | Chhattisgarh                              | チャッティースガル                 |
| 6   |           | Goa                                       | ゴア                        |
| 7   |           | Gujarat                                   | グジャラート                    |
| 8   |           | Haryana                                   | ハリヤナ                      |
| 9   |           | Himachal Pradesh                          | ヒマーチャル・プラデシュ              |
| 10  |           | Jharkhand                                 | ジャールカンド                   |
| 11  |           | Karnataka                                 | カルナータカ                    |
| 12  |           | Kerala                                    | ケララ                       |
| 13  |           | Madhya Pradesh                            | マディヤ・プラデシュ                |
| 14  |           | Maharashtra                               | マハラシュートラ                  |
| 15  |           | Manipur                                   | マニプール                     |
| 16  |           | Meghalaya                                 | メガラヤ                      |
| 17  |           | Mizoram                                   | ミゾラム                      |
| 18  |           | Nagaland                                  | ナガランド                     |
| 19  |           | Odisha                                    | オディシャ                     |
| 20  |           | Punjab                                    | パンジャブ                     |
| 21  |           | Rajasthan                                 | ラジャスターン                   |
| 22  |           | Sikkim                                    | シッキム                      |
| 23  |           | Tamil Nadu                                | タミル・ナドゥ                   |
| 24  |           | Telangana                                 | テランガナ                     |
| 25  |           | Tripura                                   | トリプラ                      |
| 26  |           | Uttarakhand                               | ウッタラカンド                   |
| 27  |           | Uttar Pradesh                             | ウッタル・プラデシュ                |
| 28  |           | West Bengal                               | 西ベンガル                     |
| 1   | 連邦<br>直轄領 | Andaman and Nicobar Islands               | アンダマン・ニコバル                |
| 2   |           | Chandigarh                                | チャンディガル                   |
| 3   |           | Dadra and Nagar Haveli and<br>Daman & Diu | ダドラ、ナガル・ハヴェリ及びダマ<br>ン・ディウ |
| 4   |           | The Government of NCT of Delhi            | デリー                       |
| 5   |           | Jammu & Kashmir                           | ジャンム・カシミール                |
| 6   |           | Ladakh                                    | ラダック                      |
| 7   |           | Lakshadweep                               | ラクシャディープ                  |
| 8   |           | Puducherry                                | プドゥチェリ                    |

出所：インド政府ウェブページ「States and Union Territories」を基に筆者作成



資料 3：水循環関連のデータを取得可能な主な衛星またはデータ<sup>22</sup>

| 名称（種別）                                       | 運用期間<br>(2022年現在の状態) | 主な特徴と関連性   | 把握可能と思われる水資源の概況、または気候変動による事象例 <sup>23</sup>  |
|--|----------------------|--|--|
| 「だいち2号」<br>(ALOS-2) (陸域観測技術衛星2号)             | 2014年～(運用中)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・Lバンド合成開口レーダ(PALSAR-2)を搭載し、地表に向けて電波を照射して、その反射された電波を受信して観測。昼夜、天候を問わず、地表面の観測が可能。</li> <li>・干渉技術を活かした地表の微細な動きの把握や、電波の反射特性を活かした森林分布の把握など、多目的利用が可能。</li> </ul>           | <u>水資源の概況</u><br><ul style="list-style-type: none"> <li>・貯水池・河川の分布</li> </ul> <u>気候変動による事象</u><br><ul style="list-style-type: none"> <li>・浸水被害（降水の変化、熱帯低気圧(サイクロン)の増加など)</li> </ul>   |
| 「しずく」<br>(GCOM-W)<br>(水循環変動観測衛星)             | 2012年～(運用中)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・地球環境変動観測ミッション(GCOM)の中で、水循環に関わる観測を担う。</li> <li>・高性能マイクロ波放射計2(AMSR2)を搭載し、海面や大気中の水蒸気などから放射される微弱な電波を観測し、水に関する様々な物理量(海面水温、積雪、土壌水分、降水量、雲の水分量、海上風速など)の情報を取得可能。</li> </ul> | <u>水資源の概況</u><br><ul style="list-style-type: none"> <li>・利用可能な水の量</li> </ul> <u>気候変動による事象</u><br><ul style="list-style-type: none"> <li>・インド洋の海水温暖化</li> <li>・降水の変化</li> <li>・干ばつの増加</li> <li>・ヒマラヤ山脈の変化(降水量、雪氷域等の変化)</li> </ul> |
| GPM/DPR <sup>24</sup> (全球降水観測計画主衛星/二周波降水レーダ) | 2014年～(運用中)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・全球降水観測計画(GPM計画)の人工衛星(GPM主衛星)に、電波を雨や雪に照射して、降水の分布を立体的に観測する二周波降水レーダ(DPR)と、雨粒から照射されるマイクロ波を感知して、雨の強さを測るGPMマイクロ波放射計(GMI)を搭載。</li> </ul>                                  | <u>水資源の概況</u><br><ul style="list-style-type: none"> <li>・利用可能な水の量</li> </ul> <u>気候変動による事象</u><br><ul style="list-style-type: none"> <li>・降水の変化</li> <li>・干ばつの増加</li> <li>・熱帯低気圧(サイクロン)の増加</li> </ul>                             |
| 「しきさい」<br>(GCOM-C)<br>(気候変動観測衛星)             | 2017年～(運用中)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・GCOMの中で、大気や植生などに関わる観測を担う。</li> <li>・エアロゾル(大気中のチリやホコリなどの微粒子)が地表へ届く日射量に与える影響、生物による二酸化炭素の吸収能力など、地球の気候形成に影響を及ぼす様々な物理量を観測。</li> </ul>                                   | <u>気候変動による事象</u><br><ul style="list-style-type: none"> <li>・気温上昇(地表面温度)</li> </ul>   |
| GSMaP <sup>25</sup> (衛星全球降水マップ)              | 2007年～(公開中)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・GPM主衛星に搭載されたDPRを中心に、複数衛星のデ</li> </ul>  | <u>気候変動による事象</u><br><ul style="list-style-type: none"> <li>・降水の変化</li> </ul>   |

<sup>22</sup> 内閣官房が公開する資料「令和2年度 水循環施策」内の「全球観測を活用した調査研究」の項で紹介された人工衛星に限定した。

<sup>23</sup> 本稿の表3及び表6で示した水資源の概況、または気候変動による事象に限定し、筆者の考察を記載した。

<sup>24</sup> Global Precipitation Measurement、並びに Dual-frequency Precipitation Radar の略称。

<sup>25</sup> Global Satellite Mapping of Precipitation の略称。

| 名称（種別）  | 運用期間<br>(2022年現在の状態) | 主な特徴と関連性  | 把握可能と思われる水資源の概況、または気候変動による事象例 <sup>23</sup>   |
|---|----------------------|---|---|
| プ)  |                      | ータを活用した雨分布データセット。<br>・降水監視、洪水予測、干ばつ監視、農業等の様々な分野で利用可能。   | ・干ばつの増加<br>・熱帯低気圧(サイクロン)の増加   |
| 「だいち3号」(ALOS-3)(先進光学衛星)<br>【開発中】                                | 2022年度以降(予定)         | ・前身機(ALOS)の広い観測幅を維持しつつ、更に高い地上分解能(直下0.8m)を有し、地表面を広く詳細に観測。また、観測波長帯の追加により、沿岸域の観測や、植物の分布や健康状態の把握に有効。<br>・地理空間情報の整備、沿岸域や植生域の環境モニタリング、土地被覆分類等、様々な分野での利用に期待。                                   | 水資源の概況<br>・貯水池・河川の分布  |
| 「だいち4号」(ALOS-4)(先進レーダ衛星)<br>【開発中】                               | 2022年度(予定)           | ・Lバンド合成開口レーダを搭載。<br>・高い空間分解能(3m)を維持しつつ、一度に観測できる範囲(観測幅)を前身機(ALOS-2)の4倍(200km)に拡大し、観測頻度を向上。<br>・地殻・地盤変動など発災前後の状況把握、火山活動、地盤沈下、地すべり等の異変の早期発見等、減災分野での利用に期待。                                  | 水資源の概況<br>・貯水池・河川の分布<br>気候変動による事象<br>・浸水被害(降水の変化、熱帯低気圧(サイクロン)の増加など)   |
| 高性能マイクロ波放射計3(AMSR3)を搭載する温室効果ガス・水循環観測技術衛星(GOSAT-GW)(地球観測衛星)【開発中】 | 2023年度(予定)           | ・温室効果ガス観測ミッションと水循環変動観測ミッションを担う地球観測衛星。<br>・地表や海面、大気などから自然に放射されるマイクロ波を観測し、降雪や陸上での水蒸気の観測を可能にする高性能マイクロ波放射計3(AMSR3)と、二酸化炭素やメタン等の温室効果ガスの空間的に詳細回した観測や二酸化窒素の観測を可能にする温室効果ガス観測センサー3型(TANSO-3)を搭載。 | 水資源の概況<br>・利用可能な水の量<br>気候変動による事象<br>・気温上昇(温室効果ガスの変化など)<br>・インド洋の海水温暖化<br>・降水の変化<br>・干ばつの増加<br>・ヒマラヤ山脈の変化(降水量、雪氷域等の変化) |

出所：内閣官房資料を参考に人工衛星を選定し、JAXA各種資料を基に筆者作成

資料4：運用中の主なインドの気象・地球観測衛星とその特徴<sup>26</sup>

| 衛星名                     | 打ち上げ年   | 主な特徴と関連性   | 把握可能と思われる水資源の概況、または気候変動による事象例 <sup>27</sup>  |
|-------------------------|---|--|--|
| SCATSat-1               | 2016年   | ・天気予報サービスの連続性を維持するため、海洋ベースのリモートセンシングサービスを提供する。主に、海面風を観測対象とする。  | <u>気候変動による事象</u><br>・降水の変化<br>・干ばつの増加<br>・熱帯低気圧（サイクロン）の増加など                        |
| SARAL                   | 2013年   | ・インドとフランスにより共同開発された小型衛星。海面高度、有義波高、海上風速を観測対象とする。  | <u>気候変動による事象</u><br>・海面上昇  |
| Megha-Tropiques         | 2011年   | ・インドとフランスによる共同実験ミッションにおいて開発された衛星。緯度10～20度の熱帯収束帯の水循環とエネルギー交換の研究用データを取得する。取得されたデータは、他の太陽同期衛星データと共に、熱帯気候研究等に役立てられる。 | <u>気候変動による事象</u><br>・熱帯低気圧（サイクロン）の増加   |
| OCEANSAT-2              | 2009年   | ・光学センサーと散乱計を搭載し、海面風と海面の状態、クロロフィル濃度、植物性プランクトン、エアロゾルおよび汚濁水を観測対象とする。  | <u>気候変動による事象</u><br>・熱帯低気圧（サイクロン）の増加   |
| RISAT-2                 | 2009年   | ・陸域、海面のレーダ後方散乱の計測により、土壌水分、穀物および地形のマッピングに活用される。   | <u>水資源の概況</u><br>・貯水池・河川の分布<br><u>気候変動による事象</u><br>・浸水被害の把握（降水の変化、熱帯低気圧（サイクロン）の増加） |
| CartoSat-2A/2B/2C/2D/2E | 2008年<br>/2010年<br>/2016年<br>/2017年<br>/2017年 | ・2台のカメラによる同一軌道内ステレオ観測により、DTM または DEM 作成のほか、地形図作製、土地利用、地理情報システム（GIS）アプリケーション等にも利用可能。                              | <u>水資源の概況</u><br>・貯水池・河川の分布  |
| INSAT-3D/3DR            | 2013年<br>/2016年                               | ・多目的静止衛星で、気象観測機器を搭載する。   | <u>水資源の概況</u><br>・利用可能な水の量<br><u>気候変動による事象</u><br>・気温上昇                            |

<sup>26</sup> <https://www.restec.or.jp/satellite/>を参照し、現在運用中の気象・地球観測衛星の条件を満たす人工衛星に限定した。

<sup>27</sup> 本稿の表3及び表6で示した水資源の概況、または気候変動による事象に限定し、筆者の考察を記載した。

| 衛星名 | 打ち上げ年 | 主な特徴と関連性 | 把握可能と思われる水資源の概況、または気候変動による事象例 <sup>27</sup>  |
|-----|-------|----------|--|
|     |       |          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・インド洋の海水温暖化</li> <li>・気象の変化（降水の変化、熱帯低気圧（サイクロン）の増加）</li> </ul> |

出所：<https://www.restec.or.jp/satellite/>（2022年6月最終閲覧）等を基に筆者作成

## 主要参考文献または資料

宇宙航空研究開発機構（JAXA）「衛星全球降水マップ（GSMaP）の海外における農業分野での利活用」

<https://earth.jaxa.jp/ja/earthview/2019/03/25/1534/index.html>（最終閲覧 2022 年 8 月）

宇宙航空研究開発機構（JAXA）「人工衛星プロジェクト」

<https://www.satnavi.jaxa.jp/ja/project/index.html>（最終閲覧 2022 年 5 月）

宇宙航空研究開発機構（JAXA）「土壌水分のデータ」

<https://earth.jaxa.jp/ja/data/products/soil-moisture/index.html>（最終閲覧 2022 年 8 月）

沖大幹（2012）「水危機 ほんとうの話」新潮選書

沖大幹（2016）「水の未来 ～グローバルリスクと日本～」岩波新書

環境省（2022）「政策決定者向け要約」環境省による暫定訳【2022 年 3 月 18 日時点】

[http://www.env.go.jp/earth/ipcc/6th/ar6wg2\\_spm\\_0318.pdf](http://www.env.go.jp/earth/ipcc/6th/ar6wg2_spm_0318.pdf)（最終閲覧 2022 年 4 月）

環境省（2022）「IPCC/AR6/WG2 報告書の政策決定者向け要約（SPM）の概要」

<http://www.env.go.jp/press/files/jp/117548.pdf>（最終閲覧 2022 年 4 月）

国際協力機構（JICA）（2019）「インパクト投資の現状と JICA の取り組み」

[https://www.jica.go.jp/india/office/others/ku57pq00003tsp1-att/report\\_04.pdf](https://www.jica.go.jp/india/office/others/ku57pq00003tsp1-att/report_04.pdf)（最終閲覧 2022 年 4 月）

国連食糧農業機関（FAO）（2022）“AQUASTAT - FAO's Global Information System on Water and Agriculture”

<https://www.fao.org/aquastat/en/>（最終閲覧 2022 年 4 月）

国土交通省（2022）「令和 3 年版 日本の水資源の現況 第 7 章：水資源に関する国際的な取組」

<https://www.mlit.go.jp/common/001371917.pdf>（最終閲覧 2022 年 4 月）

社会的インパクト・マネジメント・イニシアチブ（2021）「社会的インパクト・マネジメントと IRIS+との対応」

[https://simi.or.jp/wp-content/uploads/2021/06/SIM-guideline-Ver.2\\_-guidance-document\\_IRIS.pdf](https://simi.or.jp/wp-content/uploads/2021/06/SIM-guideline-Ver.2_-guidance-document_IRIS.pdf)  
（最終閲覧 2022 年 4 月）

社会変革推進財団（SIIF）（2021）「インパクト投資 ～その意義と推進～」

[https://www.fsa.go.jp/singi/sustainable\\_finance/siryoku/20210325/02.pdf](https://www.fsa.go.jp/singi/sustainable_finance/siryoku/20210325/02.pdf) (最終閲覧 2022 年 4 月)

東京大学ビジョン研究センター (2021) 「社会的インパクト投資におけるインパクト評価・認証の現状と将来展望」

<https://ifi.u-tokyo.ac.jp/wp/wp-content/uploads/2021/08/WP007.pdf> (最終閲覧 2022 年 4 月)

東証マネ部! (2020) 「今の時代に注目しておきたい「インパクト投資」ってなに?」

<https://money-bu-jpx.com/news/article025966/> (最終閲覧 2022 年 4 月)

内閣官房 (2022) 「地理空間情報活用推進基本計画」

[https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/sokuitiri/r040318/220318\\_masterplan.pdf](https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/sokuitiri/r040318/220318_masterplan.pdf) (最終閲覧 2022 年 6 月)

内閣官房水循環政策本部事務局 (2021) 「令和 3 年版 水循環白書」

[https://www.kantei.go.jp/jp/singi/mizu\\_junkan/pdf/r02\\_mizujunkan\\_shisaku.pdf](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/mizu_junkan/pdf/r02_mizujunkan_shisaku.pdf) (最終閲覧 2022 年 4 月)

日本貿易振興機構 (ジェトロ) (2019) 「インド全土の 4 割以上が干ばつ状態に ～深刻化するインドの水不足とモディ政権の取り組み (1)～」

<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2019/4991eec7d7b1104f.html> (最終閲覧 2022 年 4 月)

日本貿易振興機構 (ジェトロ) (2019) 「第 2 期モディ政権、水専門の省庁を設立 ～深刻化するインドの水不足とモディ政権の取り組み(2)～」

<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2019/27aa6cce39bf7163.html> (最終閲覧 2022 年 4 月)

日本貿易振興機構 (ジェトロ) (2021) 「社会課題解決と経済的リターンの両立を目指すアルンシード ～インドで注目集める「社会的インパクト投資」(前編)～」

<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2021/035198eff3523714.html> (最終閲覧 2022 年 4 月)

西澤知史 (2019) 「インド経済の基礎知識 (第 3 版)」 日本貿易振興機構 (ジェトロ)

松本勝男 (2021) 「インドビジネス ラストワンマイル戦略」 日本経済新聞出版

水口剛 (2017) 「ESG 投資 ～新しい資本主義のかたち～」 日本経済新聞出版

リモート・センシング技術センター (2022) 「衛星情報データベース (衛星総覧)」

<https://www.restec.or.jp/satellite/> (最終閲覧 2022 年 6 月)

Global Impact Investing Network (2020) 「インパクト投資家に関する年次調査 2020 年版」

<https://thegiin.org/assets/2020%20Annual%20Impact%20Investor%20Survey%20in%20Japanese.pdf> (最終閲覧 2022 年 4 月)

Global Impact Investing Network (2020) “Using IRIS+ for Data Collection”

[https://s3.amazonaws.com/giin-web-assets/iris/assets/files/guidance/2019-12-12\\_IRIS-HT-Data%20Collection\\_R5.pdf](https://s3.amazonaws.com/giin-web-assets/iris/assets/files/guidance/2019-12-12_IRIS-HT-Data%20Collection_R5.pdf) (最終閲覧 2022 年 4 月)

Global Steering Group for Impact Investment (GSG) 国内諮問委員会 (2022) 「日本におけるインパクト投資の現状と課題 2021 年度調査」

<http://impactinvestment.jp/user/media/resources-pdf/gsg-2021.pdf> (最終閲覧 2022 年 6 月)

Global Steering Group for Impact Investment (GSG) 国内諮問委員会 (2021) 「日本におけるインパクト投資の現状と課題 2020 年度調査」

<https://impactinvestment.jp/user/media/gsg/page/impact-investing/players/gsg-2020.pdf> (最終閲覧 2022 年 4 月)

IAS Express (2021) “India’s Water Crisis – How to Solve it?”

<https://www.iasexpress.net/water-crisis-in-india-upsc-essay/> (最終閲覧 2022 年 4 月)

India Water Portal (2021) “Dealing with Droughts”

<https://www.indiawaterportal.org/faqs/droughts> (最終閲覧 2022 年 4 月)

McKinsey & Company. (2017). Impact Investing: Purpose-driven Finance Finds its Place in India.

<https://thegiin.org/assets/Impact-investing-finds-its-place-in-India.pdf> (最終閲覧 2022 年 4 月)

Ministry of Earth Sciences (MoES) (2020) “Assessment of Climate Change over the Indian Region: A report of the Ministry of Earth Sciences (MoES), Government of India”

<https://reliefweb.int/report/india/assessment-climate-change-over-indian-region-report-ministry-earth-sciences-moes> (最終閲覧 2022 年 4 月)

Ministry of Environment, Forest and Climate Change (2018) “Draft National Forest Policy, 2018”

<http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/Draft%20National%20Forest%20Policy,%202018.pdf> (最終閲覧 2022 年 4 月)

NITI Aayog (2019) “Composite Water Management Index”

[http://social.niti.gov.in/uploads/sample/water\\_index\\_report2.pdf](http://social.niti.gov.in/uploads/sample/water_index_report2.pdf) (最終閲覧 2022 年 4 月)