

ほらいずん

科学技術と社会の指標

—責任ある研究・イノベーション（RRI）の測定を中心に—

科学技術予測・政策基盤調査研究センター 主任研究官 岡村 麻子

.....

【概要】

昨今、社会的課題解決に向けた科学技術イノベーションの推進や社会的インパクトを高める STI の推進へと、STI 政策の大きな方向性の変化が示されている。これに呼応する形で、欧州を中心として、多様性・包摂性、予見性・省察性、応答性、開放性・透明性を重視しながら、研究・イノベーションのサイクル全体で社会のアクターの協力を促すことで、研究開発の方向性と社会の価値観やニーズとの整合性を高めつつ、研究・イノベーションシステムの変革プロセスを促していく責任ある研究・イノベーション（Responsible Research Innovation：RRI）というコンセプトが浸透しつつあり、実践に向けた取組も進む。本稿では、RRI のコンセプト及び測定事例を紹介しながら、科学技術と社会の指標構築の具体化に向けた議論を喚起することを目的とする。

キーワード：RRI，インパクト，科学技術と社会，指標

.....

1. はじめに

昨今、社会的課題解決や社会的インパクトを重視する科学技術イノベーション（STI：Science, Technology and Innovation）の推進へと、STI 政策の大きな方向性の変化が示されている¹⁾。STI が社会課題の解決や新たな価値創造につながるためには、研究開発の初期段階から社会のニーズや方向性を捉えつつ、多様なアクターが相互に協調し連携していく仕組みへの転換が重要となる。このような STI 政策の大きな方向性として、欧州を中心として責任あるイノベーション（Responsible Innovation）や責任ある研究・イノベーション（RRI: Responsible Research and Innovation）という概念が注目され、実践に向けた取組が進んでいる。

STI 政策の方向性の変化を踏まえて、政策が目指すべきところと現状のギャップをどのような指標により捉え政策指針を導いていくべきか、より難しい問題

となっている。STI に関する統計や指標は、これまで企業や大学などの制度化された機関における活動や論文などの成果物の捕捉が中心であった。今後は、多様な側面で科学技術と社会の接点・関係性を捉える指標、例えば、オープンサイエンスやシチズンサイエンスなど研究活動の変容・多様化が社会にもたらす影響などについても把握していくことも重要となるだろう¹⁾。

本稿では、欧州を中心に進む RRI の測定の事例を紹介しながら、科学技術と社会の指標構築の具体化に向けた手掛かりを得ることを目的とする。

2. そもそも責任ある研究・イノベーション（RRI）とは

定義

RRI とは、2010 年代初頭に欧州委員会の政策において概念化・具体化されたものであるが、多様性・包

注 1 このような変化の機運は、様々なところで表明されている。例えば、経済協力開発機構（OECD）の主催による OECD Blue Sky III Forum on Science and Innovation Indicators では、次の 10 年で開発する必要がある指標の一つとして「包括的な科学技術とイノベーションの指標」が提案され、従来の指標の範囲を拡大し、新たなアクターやステークホルダーを捉えることの重要性が示唆されている。

摂性、予見性・省察性、応答性、開放性・透明性（下記枠内参照）を重視しながら、研究・イノベーションのサイクル全体で社会のアクター（研究者、市民、政策担当者、企業、NGO等）の協力を促すことで、研究開発の方向性と社会の価値観やニーズとの整合性を高めつつ、研究・イノベーションシステムの変革プロセスを促していくことを目的としている。学術的には、科学技術社会論における倫理的・法的・社会的な課題（ELSI: Ethical, Legal and Social Issues）や先見的ガバナンス（Anticipatory Governance）、テクノロジー・アセスメント等をルーツとする責任ある研究・イノベーションの議論の延長にあると言えるが、現実のプロセスを省察しながら改善していくという応答的・動的プロセスをより指向している^{2,3)}。RRI がカバーする範囲は広いが、欧州委員会においては(1) ジェンダー、(2) 科学リテラシーと科学教育、(3) パブリックエンゲージメント、(4) オープンアクセス、(5) 倫理、(6) ガバナンスの6つの軸 (Key) により整理している。

欧州における展開

欧州におけるRRIの展開の特徴としては、そのコンセプトの提唱にとどまらず、研究ファンディングとして実装化に向けた取組が進んでいることにある。Horizon 2020の横断的テーマとしてScience with and for Society (SwafS) プログラムが設けられ関連するプロジェクトが採択された^{注3)}。2014年～2020年にかけて104の研究公募(Call)があり、197のプロジェクト（内訳は、研究倫理・インテグリティ関連で18件、科学教育関連で28件、科学人材・キャリ

ア関連で29件、ジェンダー関連で34件、RRIに向けた制度的変化で47件、シチズンサイエンス関連で29件、オープンアクセス関連で4件、サイエンスコミュニケーション関連で9件）が採択されている⁵⁾。プロジェクトの内容は様々なものがあるが、自然科学・工学系のプロジェクトに付随又はサポートする形で検討するものから、RRIに関する概念整理や、RRIを組織や地域で導入するためのToolkit・チェックリスト・ガイドライン・ハンドブックの作成、教育コースの設立^{注4)}など多岐にわたる。欧州内はもちろん、域外も含めて、RRIに関する実践を収集しつつ、人的ネットワークを作ることにも注力している。またRRIが対象とするのは研究教育機関や高等教育機関だけでなく、産業、企業における実践を重視しているところも特徴がある。その後、Horizon 2020の後継のHorizon EuropeにおいてSwafSはプログラムとして立てられていないが、関連する内容での研究公募が呼びかけられている。例えば、研究公募名にRRIという用語を含むものとしては、「オープンかつ責任ある研究・イノベーションに向けた制度的・地域的变化の促進」、「オープンかつ責任ある研究・イノベーションの実践に向けた研修の開発・試行」などがある。この他にも、オープンサイエンス、シチズンサイエンス、パブリックエンゲージメント等、SwafSプログラムにおけるプライオリティ項目と同等のものを含むと想定される研究公募も引き続きされている。

3. どのような測定の枠組みがあるか

それではこのようなRRIを測定するというのはど

予見性・省察性 環境、健康、経済、社会への影響など、研究活動から生じる意図した結果と意図しない結果の両方を慎重に検討（予見性）しながら、自分の研究の動機、仮説、コミットメントを振り返り、これまで当たり前としていた仮定を見直すことで（省察性）、自身のアイデア・方法・解決策の価値や社会的影響について別のフレーミングにより捉えるようになる。このプロセスにより、研究者が研究活動に内在する不確実性やジレンマに備え、対応することができるようになる。

多様性・包摂性 パブリックエンゲージメントやステークホルダー参加と密接な関係がある。社会の関係者を早い段階から研究やイノベーション活動に参加させ、研究を通じてもたらされる、望ましい結果と望ましくない結果について継続的かつオープンな対話を行う。研究やイノベーション活動の指針となるアイデア、視点、世界観を広げる役割を果たす。

応答性・順応的变化 予見・省察・包摂性に基づくRRIプロセスを通じてもたらされた新しい視点、洞察、価値などを、研究・イノベーション活動に反映させる。実践的な経験から学ぼうとする意志と、この学びをより良い、より責任ある研究・イノベーションに向けた解決策につなげていく能力が必要となる。

開放性・透明性 科学と政治への信頼を構築するためには、説明責任や社会的責任を果たすための前提条件としての開放性・透明性が必要である。開放性をより高めることが自動的に信頼性を高めるものではなく、ステークホルダーにとって納得感のある情報が必要である。

出典：Societal Readiness Thinking Tool^{注2)}やKlaassen, Pim et al. (2014)⁴⁾を参照し訳出したものを基に筆者が作成

注2 <https://thinkingtool.eu/>

注3 SwafSは、Horizon 2020の前身であるFP7 (7th Framework Programme) のScience in Society Programmeの性格を強く受け継いでいると指摘されている。

注4 Online Courses on Design for Values & Responsible Innovation <https://www.delftdesignforvalues.nl/online-courses/>

うということか。ここでは、RRI に関する活動・プロセス・基盤全体の評価を行う事例を紹介しながら考えてみたい。

3.1 海外での取組

3.1.1 MoRRI

MoRRI プロジェクト^{注5}は、Horizon 2020 の SwafS プログラムにおいて助成を受けた研究プロジェクトである。RRI に関連する研究投資や政策の決定に対して、より詳細なエビデンスやデータ、分析、政策知識を提供することを目的として 2014 年に開始され、2018 年 3 月に終了している。MoRRI では、RRI に関する理論的・概念的整理やケーススタディを行うとともに、関連する多くのデータと指標を収集・統合し

た上で精査を行った。RRI のモニタリングとして使用する指標を特定し、RRI の 6 つの軸に関して、最終的に 36 の指標としてまとめている⁶⁾。図表 1 では、その中から指標例を例示している。また、国ごとの特徴を明らかにするためのクラスタリング (図表 2) のほか、RRI によりどのような便益があるかについて整理を行っている (図表 3)。

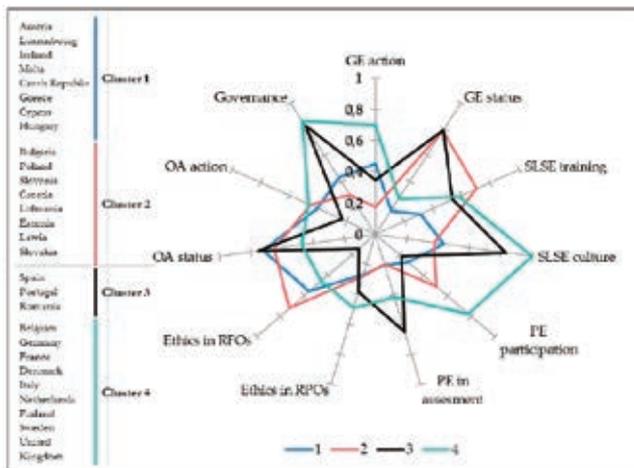
MoRRI を通じて明らかになった課題としては下記が挙げられる⁷⁾。RRI において対象とする範囲が広範であり、かつ文脈依存の度合いが大きいため、多様な側面を捉える多数の指標が必要となる。一方で Metrics Tide⁸⁾ などで批判されてきたように定量指標が様々な分野で氾濫、乱用されていることも問題視されており、それをどのように克服するかは課題で

図表 1 MoRRI における指標例

軸	指標数	指標例
(1)ジェンダー	10	・男女共同参画計画を持つ研究実施機関の割合 ・ジェンダーに関わる研究内容を推進する研究助成機関の割合 ・研究実施機関における女性の代表者の割合
(2)科学リテラシーと科学教育	4	・高等教育機関における RRI に関連する研修 ・研究実施機関におけるシチズンサイエンスの活動
(3)パブリックエンゲージメント	10	・科学技術の意思決定における市民参加モデル ・科学技術の意思決定への参加に対する市民の選好 ・研究機関レベルにおけるパブリックエンゲージメントの実績
(4)オープンアクセス	6	・オープンアクセスによる文献 ・オープンアクセスに対する市民の認識
(5)倫理	3	・研究実施機関における倫理 ・研究助成機関における倫理インデックス
(6)ガバナンス	3	・RRI に関するガバナンス (合成指標) ・研究実施機関や研究助成機関において RRI を推進するための制度的なガバナンス機構の有無

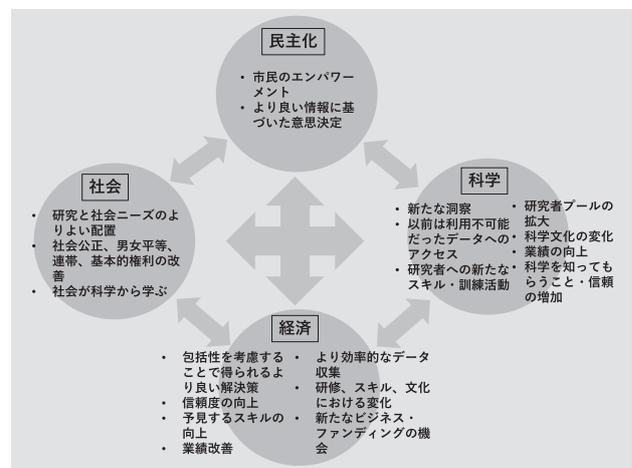
出典 : Meijer and Klippe (2020)⁷⁾より抜粋したものを基に筆者作成

図表 2 RRI の進捗に関する 29 か国のクラスタ結果



出典 : Meijer and Klippe (2020)⁷⁾

図表 3 RRI の便益に関する概念整理



出典 : Meijer and Klippe (2020)⁷⁾より訳出したものを基に筆者が作成

注 5 MoRRI : Monitoring the Evolution and Benefits of Responsible Research and Innovation
<https://super-morri.eu/morri-2014-2018/>

ある。また、RRI に関しての政策を実践していくことが、どのような効果をもたらすかについて理解が広まっていないため、それを説明する理論的なフレームワークを構築していくことと、それらの実証のために、評価や指標作成のための多様な定量的社会科学研究を統合していく必要がある。さらには、RRI は、科学研究を支配・管理するためのシステムではなく、科学の民主化というより良い変化を促進する機会であるという認識を広めていく必要がある。

3.1.2 SUPER MoRRI

MoRRI の後継のプロジェクトとして、Super-MoRRI (Scientific Understanding and Provision of an Enhanced and Robust Monitoring system for RRI) が 2019 年 1 月から開始されている。MoRRI プロジェクトの結果をベースとしつつ批判的検討を行いながら、データ収集とモニタリング枠組みの改善を行い、欧州横断的なデータ収集を行うことと、RRI の関連政策や実践とそれらの幅広い影響の関係について理解を深めることを目的としている。MoRRI が国レベルの RRI のモニタリングが中心であったのに対して、よりローカルかつ文脈を重視したアプローチをとることを狙いとしている。また、欧州外の情報収集も積極的に行っている。

3.2 日本の取組の紹介

日本においても、独自の取組ではあるが、関連した

プロジェクトが行われており、その概要を紹介する。政策研究大学院大学 SciREX センター「ビジョンに基づく科学と社会の参加型指標開発プロジェクト」(図表 4) では、科学技術と社会の望ましい関係構築に向けて、市民、政策担当者、研究者、メディア、産業界などのアクターが、どのような行動変化をおこすことが必要かを明らかにするための指標開発を、ビジョンに基づき議論を行い、参加型で開発する実験的な取組を行った⁹⁾。複数回のワークショップにおける議論や、アンケート調査を通じて、科学技術イノベーションと社会の関係性を俯瞰的・網羅的に捉えた上で、6 つのゴール、21 のターゲット、192 のアクションを設定し、それらを測るための 246 の指標をリストアップした^{注 6)}。

この取組では、STI へのアクセスに関して地域的な格差に加え、貧困層や社会的弱者への配慮が、今後ますます重要になる等、科学技術と社会の関係を考える上で、様々な格差に向けた配慮の重要性を指摘している。また、創造的破壊を意味するイノベーションは、本質的に(一時的だとしても)格差を生み出す。このような社会的不安定を内在するイノベーションを、社会全体の目標として無批判に設定することが良いのかという議論もあった。その一つの回答としてのインクルーシブイノベーションが提唱されているが、イノベーションがもたらす負の側面についても議論を行っていく必要性が指摘された。また、ビジョンを共有することの難しさについても課題として挙がっ

図表 4 「ビジョンに基づく科学と社会の参加型指標開発プロジェクト」におけるビジョン、ゴール

ビジョン	スマートでレジリエントな社会 変化にフレキシブルに対応し、多様性とゆとりを活かす社会 挑戦をサポートする社会
STI と社会の関係	STI と社会が望ましい関係、状態を維持している ー STI が社会に対して責任を持った形で推進されている ー 個人、社会が STI の大変換点に適応できている
ゴール	<p><社会と科学技術の向き合い方に関するもの></p> <p>A. <u>科学の多様な側面を理解しよう</u> 科学技術の不確実性、革新的発展や倫理的側面を理解し、科学の悪用・誤用・逸脱へ適切に対処しながら、折り合いをつけて付き合っている</p> <p>B. <u>科学をポピュラーにそしてイノベータティブに</u> 誰もが科学、イノベーション文化を楽しみ、知識の担い手として活躍している</p> <p><市民や専門家の意思決定への関わりに関するもの></p> <p>C. <u>自分事として政策に関わろう</u> 市民の期待・懸念や専門家の科学助言が政策過程で適切に取り扱われている</p> <p><社会的な基盤に関するもの></p> <p>I. <u>科学知識・文化をみんなに</u> 誰もが住んでいる地域によらず、知識・文化のメリットを享受している</p> <p>II. <u>多様なチャレンジを社会で支えよう</u> 社会がチャレンジを後押し、見守る文化、システムを持っている</p> <p>III. <u>多様性とゆとりのある生活へ</u> 社会が多様性を受け入れ、誰もがゆとりを持ち生活している</p>

出典：プロジェクト HP^{注 7)} を基に筆者が作成

注 6 指標についてはここから参照可能。

<https://coggle.it/diagram/Xtzgdc5SjQcU4Jyg/t/what's-an-ideal-relationship-for-science-2020-scientometrics>

注 7 <https://sas.netlify.app/>

た。STI 政策がより多くの社会的アクターを巻き込む形で拡大していく中で、政策の目標設定においても同様に、幅広いステークホルダーの声をを入れていくこと、さらには誰にでも容易に理解できる目標設定をしていく必要があることを示唆している。

3.3 関連する取組

最後に、RRI の測定は、昨今の科学技術イノベーション政策の主要課題とも多くの点で接点がある。

まず、インパクト評価と RRI の測定とは重なるところが多い。研究活動の多様なアウトプット、アウトカム、インパクトを捉えようという議論の中で、多様な指標が検討されているが、RRI でも重視されているサイエンスコミュニケーションやパブリックエンゲージメント等に関する指標も含まれている。一方で、インパクト評価は、事前評価や、将来の政策決定に資するために用いられるという面もあるものの、研究活動がどのようなインパクトをもたらしてきたかという説明責任としての意味合いも大きい。対して RRI は、科学技術が将来もたらすであろう正負のインパクトを予見しつつ、ステークホルダーとの対話などを通じて継続的・反復的に科学技術の方向性の見直しを行うという動的なプロセスを念頭においている。また予見的アプローチをとるという意味で、フォーサイト活動とも親和性が高い。

また昨今、責任ある指標 (Responsible Metrics) や責任ある研究評価 (Responsible Research Assessment : RRA) なども盛んに議論されている。エビデンスに基づく政策形成の潮流の中で、STI 政策においても指標等の活用が進むが、過度な定量化や、分野間の差異を考慮せず画一的な指標を用いることには批判も大きく、2013 年の「研究評価に関するサンフランシスコ宣言 (DORA)」、2015 年の「Metrics Tide」や「研究計量に関するライデン声明」¹⁰⁾ といった流れにつながっている^{11,12)}。責任ある指標や RRA は、RRI の概念を前提としたものであるが、主には研究者や研究機関を対象とした、公的ファンディングを中心とした研究評価に主眼があり、MoRRI などの RRI の測定は、RRI に関する活動・プロセス・基盤全体の測定であるところに違いがある。

さらには、国際連合が進める持続可能な開発目標指

標⁸⁾ や、民間で進む ESG 投資、インパクト投資の評価などがあるが、特定のビジョンあるいは社会的課題を掲げ、それらへの取組状況をモニタリングするための指標として、経済的勘定を超えた社会的側面を重視して行っている点で類似点があると言える。

4. おわりに

2020 年の科学技術・イノベーション基本法⁹⁾ への改正や、2021 年の科学技術基本計画から科学技術・イノベーション計画への変更も、冒頭で述べた STI 政策のフレームの変化を前提としている。第 6 期の科学技術・イノベーション基本計画では、人文・社会科学と自然科学の融合による「総合知」を活用した社会課題解決や、一人ひとりの多様な幸せ (well-being) の実現のための包摂性を持った社会構築など、科学技術がもたらす社会的影響がより強調されており、欧州における RRI の議論と同様の方向性を持つと解釈できる。

日本の STI 政策においては、RRI という用語や包括的なコンセプトは明示的に用いられていないが、部分的に類似したコンセプトや考え方が科学技術基本計画等で言及されている¹³⁾。例えば RRI における「科学リテラシーと科学教育」については、国民の科学技術リテラシー向上や理解増進として、第 1 期科学技術基本計画 (1996-2000) から言及されている。同様に、「倫理」については、第 2 期 (2001-2005) における科学者・研究者側の倫理や社会的責任、第 3 期 (2006-2010) においては ELSI として言及されている。「パブリックエンゲージメント」に関しては、第 2 期 (2001-2005) 以降、科学と社会におけるよりインタラクティブなチャンネル構築が必要という文脈において、また第 5 期 (2016-2020) においては、多様なステークホルダー間の対話と協働 (STI の「共創」) として言及されていると考えられる¹⁰⁾。その他、「ジェンダー」や「オープンアクセス」についても同様である。2021 年 4 月に開始した第 6 期では社会の包摂性について重視するとともに、市民参画やシチズンサイエンスについて明記されている。

このように、人々の価値観や社会の構造も変化する中で、STI 政策の大きな方向性が転換している。これ

注 8 持続可能な開発目標指標 (Sustainable Development Goal Indicators) <https://unstats.un.org/sdgs/>

注 9 科学技術・イノベーション基本法 (科学技術基本法 (1995 年公布) が 2021 年に名称変更) <https://www8.cao.go.jp/cstp/cst/kihonhou/mokuji.html>

注 10 文部科学省安全・安心科学技術及び社会連携委員会 (第 7 回、2015 年 4 月 14 日) において、「責任ある研究・イノベーションの考え方と国内外の動向」(平川秀幸大阪大学コミュニケーションデザイン・センター) が紹介されており、RRI のコンセプトは第 5 期の科学技術基本計画策定時において、参照されている可能性が示唆される。
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/064/shiryo/_icsFiles/afieldfile/2015/07/10/1359391_04.pdf

に応じて政策が目指すべきところを明らかにし、その道筋をどのような指標によりモニタリングするのか、より難しい問題となっている。理論的・技術的・実務的課題は大きいですが、これまでの測定スコープを見直し、科学技術と社会の指標化を具体的に進めてい

く必要がある。そのような指標作成の取組自体においても、例えば指標の設定自体が未来志向であるとともに、多様なステークホルダーの意見を参加型で取り入れるなど、RRI の考え方は参考になるだろう。

参考文献・資料

- 1) Kuhlmann, S., & Rip, A. (2019). Next generation science policy and grand challenges. In D. Simon, S. Kuhlmann, J. Stamm, & W. Canzler (Eds.), *Handbook on science and public policy* (pp. 12–25). Cheltenham: Edward Elgar.
- 2) Owen, R., & Pansera, M. (2019). Responsible innovation and responsible research and innovation. In D. Simon, S. Kuhlmann, J. Stamm, & W. Canzler (Eds.), *Handbook on science and public policy* (pp.26–48). Cheltenham: Edward Elgard.
- 3) 標葉隆馬. (2020). 責任ある科学技術ガバナンス概論, ナカニシヤ出版.
- 4) Klaassen, Pim et al. (2014). RRI Tools. Fostering Responsible Research and Innovation. D1.1 Policy brief on the state of the art on RRI and a working definition of RRI, Amsterdam.
<https://www.rri-tools.eu/about-rri>
- 5) Delaney, N., Tornasi, Z., Iagher, R., Monachello, R., Warin, C. (2020). Science with and for society in Horizon 2020: Achievements and recommendations for Horizon Europe. Directorate-General for Research and Innovation, European Commission.
<https://op.europa.eu/en/web/eu-law-and-publications/publication-detail/-/publication/770d9270-cbc7-11ea-adf7-01aa75ed71a1>
- 6) Peter, V., Maier, M., Mejlgaard, N., Bloch, C., Madsen E., Griessler, E., et al. (2018). Monitoring the evolution and benefits of responsible research and innovation in Europe: Summarising insights from the MoRRI Project, May, 2018. Retrieved July 14, 2020, from, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fdd7dd10-c071-11e8-9893-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-85222161>.
- 7) Meijer, Ingeborg and Wouter van de Klippe. (2020). Monitoring Responsible Research and Innovation in the European research area: The MoRRI project. In Yaghmaei, E., & Poel, I.V.D. (Eds.), *Assessment of Responsible Innovation: Methods and Practices* (1st ed.). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780429298998>
- 8) Wilsdon, James & Allen, Liz & Belfiore, Eleonora & Campbell, Philip & Curry, Stephen & Hill, Steven & Jones, Richard & Kain, Roger & Kerridge, Simon & Thelwall, Mike & Tinkler, Jane & Viney, Ian & Wouters, Paul & Hill, Jude & Johnson, Ben. (2015). *The Metric Tide: Report of the Independent Review of the Role of Metrics in Research Assessment and Management*. 10.13140/RG.2.1.4929.1363.
- 9) Okamura, A. and Nishijo, K (2020). “Constructing vision-driven indicators to enhance interaction between science and society”, *Scientometrics*, <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03598-z>. (Published: July 22, 2020)
- 10) 小野寺 夏生、伊神 正貴. 2016. 研究計量に関するライデン声明について. *STI Horizon*, Vol.2, No.4. 文部科学省科学技術・学術政策研究所 (NISTEP). <https://doi.org/10.15108/stih.00050>
- 11) 林隆之, 佐々木結. (2021). DORA から「責任ある研究評価」へ: 研究評価指標の新たな展開. *カレントアウェアネス*. 2021, (349), CA2005, p. 12-16. <https://current.ndl.go.jp/ca2005> DOI:<https://doi.org/10.11501/11727159>
- 12) 林隆之, 藤光智香, 秦佑輔, 中渡瀬秀一, 安藤二香. 2021. 研究成果指標における多様性と標準化の両立 - 人文・社会科学に焦点を置いて -, *SciREX Working Paper*, SciREX-WP-2021#02 (2021), <https://doi.org/10.24545/00001816>
- 13) 金間 大介, 伊東 真知子, 明谷 早映子, 岡村 麻子, 標葉 隆馬, 野呂 高樹, 福井 啓介, 三森 八重子, 新研究領域の形成と推進方策, *研究 技術 計画*, 2019, 34 巻, 3 号, p. 258-269, 公開日 2019/10/29, Online ISSN 2432-7123, Print ISSN 0914-7020, https://doi.org/10.20801/jsrpim.34.3_258