

Title	オープンサイエンスによる研究活動への影響 : National Forest Inventory データの事例
Author(s)	沼尻, 保奈美; 林, 隆之
Citation	年次学術大会講演要旨集, 36: 764-769
Issue Date	2021-10-30
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/17986
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

オープンサイエンスによる研究活動への影響 (National Forest Inventory データの事例)

○沼尻 保奈美、林 隆之(政策研究大学院大学)

1. はじめに

科学技術イノベーション政策において、オープンサイエンスに伴う研究活動の活性化への期待が高まっている。「オープンサイエンス」という概念は複数の要素から構成されるが、その要素の一つが「オープンデータ」である。それは「目的を問わず、誰でも自由にアクセス、使用、変更、共有できる」データを公開することとされる(Open Knowledge Foundation)。例えば、近年、AI や機械学習といった研究手法の発展により、研究者はビックデータを用いて研究活動を行うことが可能になっている。ビックデータ解析は複数のデータを組み合わせて活用することから、多くのデータが必要となる。このような背景から、オープンデータの中でも、研究者個人によるデータ公開とともに、政府が収集したデータを公開する行為、いわゆるオープンガバメントデータの需要も高まっている。しかしながら、データ公開によって研究活動の活性化の効果が得られているか、いかなる影響が生じているかについての分析は行われておらず、盲目的に進められている恐れがある。本分析では、森林研究分野のオープンデータである National Forest Inventory (NFI) を分析対象にして、オープンデータの研究活動への影響やその構造を明らかにする。

2. 研究活動におけるオープン・データ

オープンサイエンスはこれまで様々に定義されてきた。Vicente-Saez らは、既存の複数の定義をレビューした上で「オープンサイエンスとは、共同したネットワークを通じて共有され開発される透明でアクセス可能な知識である」と定義している(Vicente-Saez & Martinez-Fuentes, 2018)。オープンサイエンスは、透明性(研究結果の再現性、オープンなピアレビュー)、アクセス可能(オープンアクセス)、オープンデータ(研究データの公開)、共同開発(研究者間の協力、科学的共同を促進するための Web ベースのツールの使用) の四つの要素から構成される複合的な概念である(Vicente-Saez & Martinez-Fuentes, 2018)。オープンサイエンスの要素の一つであるオープンデータには、研究者が行うオープンデータ(研究活動に使用したデータを公開する行為)と、政府が行うオープンデータ(政府が収集したデータを公開する行為)の二つが存在する。政府が行うオープンデータはオープンガバメントの一種でもあり、そのため、データも「オープンガバメントデータ(以下、OGD とする)」と呼ばれることもある(McDermott, 2010)。

一般的な OGD は主に国民へ広く情報を公開し透明性を確保するためにアメリカ合衆国を中心に始まった活動である。しかし、近年では、その公開したデータをいかに活用するかに焦点が置かれている。OECD は、OGD 公開の最終的な意義は、様々なユーザーによって再利用されることであるとしている(OECD, 2011)。その一つが OGD を多様な研究者が研究活動に用いることである。

これまで、オープンサイエンスにおけるオープンデータに関する分析としては、研究者によるデータ公開状況や公開のモチベーションについての先行研究は存在している(Piwowar, 2011; Fecher et al., 2015)。しかし、データのオープン化によって実際に研究活動や研究領域にいかなる効果・影響が生じているかを分析した事例はみられない。そのため、オープンデータによって研究活動にその量の面や内容面で変化が生じているかを分析し、その後のオープン化への含意や負の影響の克服を図ることが必要である。

OGD が存在することにより、公開されたデータを直接的に分析する研究活動が生じることが通常想定される。しかしそれは、それまで個別に収集され分析されていたデータが OGD で代替されただけの可能性もあり、その場合には効果があったとは言えない。そのため、OGD を直接使った研究成果が生まれている

かを確認するだけでなく、関連領域の研究活動全般が活発化しているのか、さらには関連領域を超える多様な研究分野や領域でデータや知見を新たに使うようになったのかという波及的効果の視点が必要となる。

3. 分析：OGD が研究活動へ与える影響

3.1 仮説

OGD が研究活動に対して与える影響の分析として、以下の二つの問いを立てる。(1) オープンデータにより、関連領域の研究が活発化するか、(2) OGD を直接利用（以下、一次利用という）した研究結果がそのデータに関わりの深い研究領域のみならず、その他の領域の研究活動へ波及効果しているか。この二点を分析することで、盲目的に推奨されてきた側面がある OGD が、研究活動に対していかなる効果を有しているかを検証する。

3.2 分析対象

本研究では、森林分野の OGD である森林インベントリデータ (National Forest Inventory, 以下、NFI とする) を分析対象とする。NFI とは一般的に、国家の森林資源の情報を記したものである (Corona & Marchetti, 2007)。国連食料農業機関 (FAO) はデータの世界的な基準を定め、加盟国 46 ヶ国に 5 年ごとにその数値の報告を義務付け、国土の森林面積、生物種数、林分蓄積などを以下の目的で公開している。

1) 国や大規模地域の持続可能性の評価 2) 生物多様性の評価 3) 国際的な森林資源報告を行う (McRoberts et al., n.d.)。NFI は、林業や土地利用者だけではなく、環境問題解決型研究に関わりの深い資源情報であり、広く世界レベルで政策展開やビジネスにも活用される可能性があるとされているデータである (Forest Research ウェブサイト)。

NFI を最初にインターネット上で公開したのは米国であり、農務省 (U.S.D.A) が実施主体となり収集したデータを “Forest Inventory and Analysis” (以下、FIA とする) と称して、1995 年から OGD としてインターネット上で公開している。その後、スウェーデン (2005 年)、ドイツ (2005 年)、フランス (2007 年)、イタリア (2008 年)、カナダ (2009 年) が公開している。

3.3 オープンデータの直接利用の状況

まずオープンデータを一次利用した研究活動の現状を確認するために、長期間の公開実績のある米国の FIA データの利用状況を確認した。エルゼビア社が運営する論文書誌データベース Scopus から、「一次利用論文」として、抄録とタイトルに、FIA の正式名称である「forest inventory analysis」が含まれる論文を検索した。結果、671 件を取得し、抄録や本文を目視で確認し、実際にデータを利用している論文として 627 件が特定された (図 1 のオレンジ線)。1995 年効果以降、緩やかに増加している。具体的には、FIA データの数値を解析しているもの、FIA データによる植物の分布研究結果から調査地を設定した論文 (Drohan et al., 2002) 等が挙げられる。

次にこれらの論文がどのような研究領域のものであるかを識別するため、インデックスキーワードとして現れた用語を分析した。結果、上位 2 単語は (当然の結果ではあるが)、「forest」と「inventory」であった。そこで、NFI が直接的に関連する領域を「forest inventory」論文と設定し、それを、抄録とタイトルに「forest inventor*」のキーワードが含まれる論文 (Forest Inventory 論文。以下、FI 論文とする) と定め、結果、6,370 件を取得した (米国 1,956 件、図 1 の青線)。NFI 公開の 1995 年以降、急速に拡大している。これら FI 論文において一次利用論文が占める割合は 10% である。

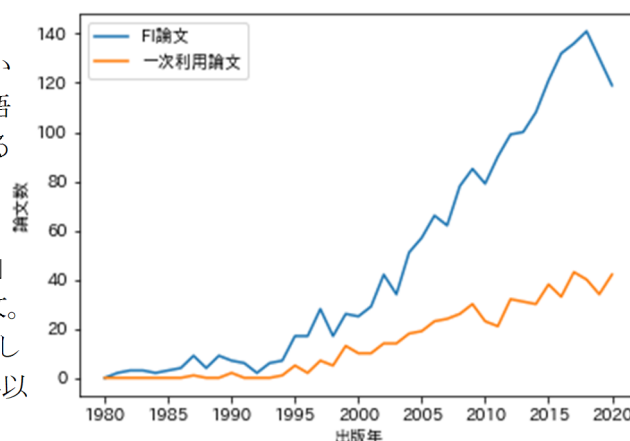


図 1 米国の一次利用論文数と FI 論文数の推移 (1980-2017 年)

3.4 データ・方法と結果(1)

3.4.1 方法：研究活動の活発化

オープンデータによって関連領域の研究が活発化したかを検証するために、目的変数に FI 論文数の前年度増減を用いた回帰分析を行う。目的変数と後述する説明変数はともに時系列データであり、前年の値からの影響が強い単位根過程であるため、そのまま回帰を行うと見せかけの関係が得られる可能性があり、前年度差分を用いる。説明変数にはまず、FI 論文が多く属する分野(Scopus の分野分類)の論文数を用いる。それら分野の増減は FI 論文の増減にも影響すると予想されるためである。具体的には、FI 論文における出現頻度上位 2 分野から「Ecology 分野論文」「Forestry 分野論文」それぞれの前年度差分を用いる。これに 15 ヶ国のダミー変数を加えるとともに、NFI 公開の効果を見るために、各国各年での NFI 公開有無のダミー変数、NFI 公開ダミーと Ecology 分野論文および Forestry 分野論文それぞれの交互作用項を用いた。公開有無のダミー変数は公開による単純な増加効果を確認し、交互作用は 2 分野の増減からの影響度合いの増加を確認する。論文数データは 2 年移動平均を用いた上で差分をとった。また、NFI 公開から論文出版までのタイムラグを 1 年とり、公開ダミーは公開年から 1 年間のタイムラグとして、線形回帰を行なった。

3.4.2 結果：NFI 公開による同一研究分野の研究活動の活発化

図 2 は FI 論文数の上位 12 カ国および日本の論文数を記したものであり、NFI 公開国は公開後に破線にしている。論文数が多い国から順にアメリカ、カナダ、フィンランド、中国、ドイツ、スペイン、ブラジル、イタリア、フランス、スウェーデン、スイス、イギリスの 12 カ国および日本を分析対象とした。分析対象国が NFI をインターネット上で公開しているかを確認するため、各国の森林インベントリ公式サイトにアクセスし、NFI の公開データが存在するか確認した。その結果、NFI を研究データとして使用

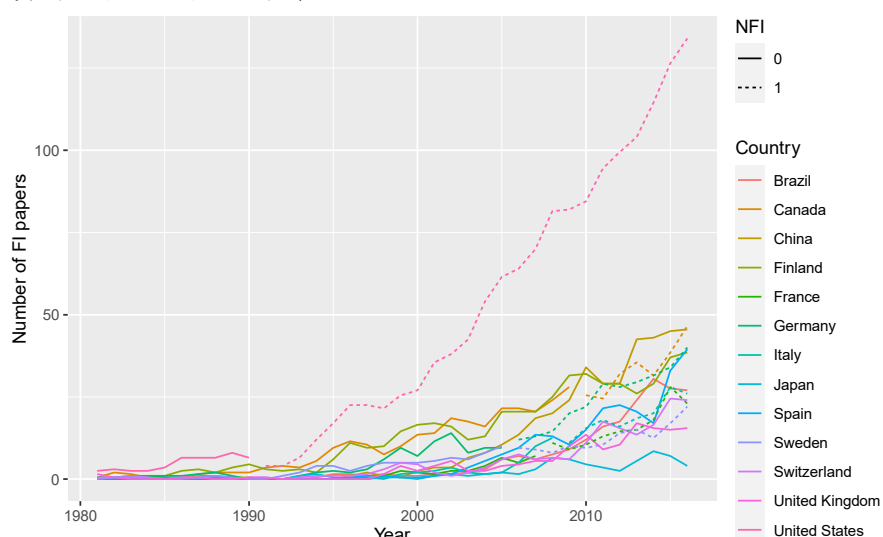


図 2 各国の NFI 公開の有無と論文数(1980 年から 2017 年)

できる形で公開している国は、アメリカ、カナダ、ドイツ、イタリア、フランス、スウェーデンの 6 カ国(以後、公開国)であった。フィンランド、中国、スペイン、ブラジル、スイス、イギリスおよび日本(以下、非公開国)は NFI の収集を行っているものの、インターネット上で公開はしていなかった。基本的には、NFI のインターネット公開の時期はサイト上では明記されていなかったため、各公開国の森林インベントリ担当者に連絡を取り、NFI の公開年の確認をした。

基本的にはどの国も、1990 年代から FI 論文数は増加している。特に、アメリカは FIA 公開後である 1995 年直後から増加が著しい。その他の国も同様に、1990 年から徐々に論文数が増加しているが、アメリカほどの増加率ではない。非公開国のフィンランドと中国は公開国のドイツよりも論文数が多く、特に中国は 2003 年からの増加率が大きい。日本は、増加傾向にあるものの、全年で論文数は 85 本と他国と比べると論文数は少ない。紙面の都合から図は省略するが、Ecology 分野論文数は Forestry 分野論文数の十倍程度あり、どちらの論文数も各国で多少の増減はしつつも長期的には増加している。

オープンデータによる関連領域の研究の活発化についての回帰分析結果を表 1 に示した。NFI が公開されていない場合は、結果の係数から、Forestry 分野論文が 100 本増加することで FI 論文が 2 本増加する関係(1%有意)にある。NFI が公開されることで、年間 1.1 本増加数が単純に増えるとともに、Ecology

分野論文 100 本増加に対して 1 本増加する（なお、Ecology 論文のほうが Forestry 論文より絶対数が 1 桁多いため、影響も 1 桁大きくなる）。一方で、Forestry 分野論文の増加量は、10%有意水準で 1 本減少する。R2 乗値が高くないために、明確な結論は出せないが、この結果は、NFI が公開されていない状態では、①Forestry 分野論文の増加に伴って（その中のトピックとして）FI 論文が増加する傾向があるが、②NFI 公開後は Ecology 分野論文の増加に伴って増加する傾向がみられる。NFI 公開によって FI 関係の論文が関係を有する分野が変更して増加する可能性が示唆される。そのため、この点をさらに以下で検討する。

3.5 データ・方法と結果(2)

3.5.1 方法：様々な分野の研究活動への波及効果

OGD を直接的に利用した研究の成果が、データに関わりの深い研究領域のみならず、その他の領域の研究活動へ波及効果しているかを検証するためには、研究内容を詳細に把握し分析する必要がある。ここでは、長期間の公開実績のある米国の FIA データを対象として、研究内容の分析を行った。

分析対象として 3 つの論文群を Scopus から取得する。(1)「一次利用論文」として FIA データを分析等で直接利用している論文群、(2)「不使用論文」として森林インベントリに関する論文(上記 FI 論文)だが FIA データを直接使用していない論文群、さらに、(3)「二次利用論文」として一次利用論文を引用している論文群である。(3)は(1)によって OGD を用いて得られた知見を利用している論文であり、分野を事前に特定しない。

「一次利用論文」は、前述のように、抄録とタイトルに、FIA の正式名称である「forest inventory analysis」が含まれる論文 627 件である。「不使用論文」は、抄録とタイトルに「forest inventory」と記載があるが「forest inventory and analysis」「FIA」「National Forest Inventory」「NFI」が含まれない米国の論文を 916 件取得した。「二次利用論文」は一次利用論文を引用している 11,688 件を取得した。

研究内容の分析には、時系列的なトピックモデルである DTM(ダイナミックトピックモデル)を利用して、それぞれの論文があらわす研究トピックを特定した。DTM とは文書群の時系列で変化する単語の分布確率から文書群で共通するトピックを設定し、それぞれの文書があらわすトピックの確率を、一つの文書に対して設定されたトピックごとに割り振るモデルである。ここでは、一つの論文に対して最も確率の高いトピックを用いる。

3.5.2 結果：他分野への波及効果

DTM により、研究トピックを 20 に分け、論文ごとに一番頻度の高いトピックを割り振り、トピックを構成する単語リストや論文の抄録からトピック名を決定した。「不使用」「一次利用」「二次利用」の研究トピックの割合を表 2 に示す。

不使用では、forest inventory 領域の論文であるために「インベントリ」16.3%が最も多いが、その次に「樹高測定」11.5%が上位にあがり、これらは森林調査方法に相当する領域に当たる。一方で、一次利用では、同様に「インベントリ」が 26.8%と一番高い割合を占めており、FIA データの目的である森林インベントリ関連の研究が中心であることがわかる。その他のトピック割合は、「森林復元」7.7%「林業」7.4%「気候変動分布変化」7.9%が高い割合となっている。

表 1 NFI 公開が森林インベントリ論文数に与える影響に関する線形モデルの結果

	Estimate
(Intercept)	0.360
Ecology 分野論文差分	-0.004
Forestry 分野論文差分	0.025***
NFI	1.128**
カナダ	0.279
中国	0.266
フィンランド	0.570
フランス	-0.127
ドイツ	0.208
イタリア	-0.064
日本	-0.368
スペイン	0.606
スウェーデン	-0.242
スイス	0.160
英国	0.016
アメリカ	-0.180
Ecology 分野論文差分と NFI の交互作用	0.010***
Forestry 分野論文差分 NFI の交互作用	-0.017*
Adjusted R-squared	0.2305

表 2 研究トピックの割合

(数値はトピックごとの論文数、割合は全論文数に対するトピックの割合)

トピック	不使用 論文数	割合	一次利用 論文数	割合	二次利用 論文数	割合
大気汚染	3	0.3	3	0.5	396	3.4
インベントリ	149	16.3	166	26.8	710	6.1
地上部バイオマス	19	2.1	13	2.1	383	3.3
衛星リモセン(森林分布図)	78	8.5	20	3.2	861	7.4
炭素循環	81	8.9	28	4.5	658	5.7
森林復元	26	2.8	48	7.7	488	4.2
生態系サービス管理	83	9.1	34	5.5	1123	9.6
機能形質	10	1.1	7	1.1	255	2.2
機械学習モデル	32	3.5	20	3.2	860	7.4
林業	57	6.2	46	7.4	470	4.0
野生動物管理	18	2.0	22	3.5	536	4.6
気候変動分布変化	41	4.5	49	7.9	969	8.3
森林被覆変化	31	3.4	32	5.2	505	4.3
樹高測定	105	11.5	14	2.3	519	4.5
森林動態・成長	43	4.7	23	3.7	453	3.9
森林火災	15	1.6	22	3.5	473	4.1
病害虫	11	1.2	27	4.4	593	5.1
土壌・水の富栄養化	31	3.4	7	1.1	659	5.7
地上部バイオマス推定	30	3.3	20	3.2	349	3.0
枯死木・生物多様性	50	5.5	19	3.1	382	3.3

それに対して、二次利用では「生態系サービス管理」9.6%「地球温暖化」8.3%が上位であり、「インベントリ」は5番目である。全体的に様々なトピックが偏りなく分布していた。他に、不使用・一次利用よりも二次利用論文の割合が増えるトピックは「地上部バイオマス」「機能形質」「野生動物管理」「森林火災」「病害虫」であり、これらがFIAを用いた研究により波及的影響を受けているトピックであると考えられる。

分析(1)との関係においては、「気候変動分布変化」をはじめEcology関係の論文の割合が二次利用において多く、一次利用でも上位のインベントリのトピックに続いて多いことである。補足的にジャーナルの分野分類を確認すると、Ecology分野論文の割合は一次利用で30%、二次利用で25%と不使用の23%よりも若干高い。これらの結果は、分析(1)と合わせれば、NFI公開によってそれを直接使った論文が作成されるとともに、さらにそれらの論文を引用することでEcology分野での研究活動が活発化するという結果と解釈される。つまり、データ公開を行うことで、一次利用では公開データに直接的に関係するトピック(この場合は森林調査)に偏る傾向にあるが、二次利用において他トピックへの波及的な影響がみられることが確認された。

表3には、一次利用トピックと二次利用の論文数の割合の関係を示している。「地上部バイオマス」「森林被覆変化」「枯死木・生物多様性」のトピックは、二次利用において同じ一次利用のトピックを引用している割合が他のトピックと比べて

表 3 一次利用トピックと二次利用のトピックの論文数の割合の関係

	大気汚染	インベントリ	地上部バイオマス	衛星リモセン(森林分布図)	炭素循環	森林復元	生態系サービス管理	機能形質	機械学習モデル	林業	野生動物管理	気候変動分布変化	森林被覆変化	樹高測定	森林動態・成長	森林火災	病害虫	土壌・水の富栄養化	地上部バイオマス推定	枯死木・生物多様性
大気汚染	93.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
インベントリ	0.6	28.0	3.8	10.9	5.3	2.6	9.1	0.4	6.1	2.7	2.3	3.7	2.8	3.4	4.6	2.2	1.2	4.5	1.7	4.3
地上部バイオマス	2.2	10.4	8.1	10.4	22.2	0.7	8.9	0.7	0.7	2.2	0.7	2.2	4.4	2.2	0.0	3.7	0.0	13.3	0.7	5.9
衛星リモセン(森林分布図)	0.0	11.6	13.2	43.7	3.2	0.6	8.4	0.3	1.0	0.6	1.3	0.3	7.4	3.5	0.0	2.6	0.0	0.6	0.3	1.3
炭素循環	0.6	5.5	3.1	1.5	39.9	1.5	6.0	0.5	1.9	4.2	0.6	1.6	4.4	1.1	2.3	3.2	0.3	8.6	5.2	8.3
森林復元	0.6	3.9	0.4	1.4	0.4	35.4	7.5	2.1	1.2	2.3	3.9	7.9	6.2	0.2	4.8	7.2	4.1	6.2	0.6	3.5
生態系サービス管理	0.5	8.2	1.7	2.7	1.5	15.2	32.1	2.5	2.0	3.5	4.0	2.5	4.5	0.5	2.0	3.0	5.7	5.2	1.0	1.7
機能形質	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	52.2	6.2	0.0	0.9	14.2	0.0	0.0	9.7	0.9	4.4	3.5	0.0	0.9
機械学習モデル	0.7	2.7	4.1	13.2	0.7	0.5	7.7	1.5	37.0	0.9	7.1	9.0	3.2	1.2	1.6	1.7	1.7	4.1	0.4	0.9
林業	0.2	3.6	0.6	0.4	8.9	2.8	15.4	0.0	0.6	52.7	0.6	1.4	2.6	0.8	1.6	0.8	0.2	2.2	1.2	3.6
野生動物管理	0.0	9.5	0.5	0.9	1.4	1.8	8.6	1.8	3.2	1.4	46.2	5.0	2.7	3.2	1.8	1.8	2.3	1.8	0.5	5.9
気候変動分布変化	0.2	1.8	0.5	0.7	1.4	4.8	7.7	5.0	3.4	0.6	2.7	48.3	1.4	0.4	3.8	4.3	2.7	7.3	1.3	1.8
森林被覆変化	0.2	5.1	7.4	12.7	5.6	2.6	15.9	0.4	2.7	3.2	8.5	2.2	20.4	3.0	0.5	2.5	1.4	2.6	1.1	2.0
樹高測定	0.5	3.0	3.2	14.0	1.9	0.0	6.0	0.0	3.7	0.0	0.5	0.2	2.1	52.9	0.9	4.0	0.0	3.5	2.1	1.6
森林動態・成長	0.0	3.5	0.5	0.0	2.0	7.2	6.0	4.0	1.0	2.5	5.0	9.2	1.5	1.0	36.0	1.7	6.7	6.2	0.5	5.7
森林火災	2.1	3.6	0.3	1.3	3.9	2.3	9.5	0.8	2.6	2.8	4.1	2.8	2.6	4.1	1.5	46.9	0.5	4.6	1.8	1.8
病害虫	0.2	3.4	0.8	0.2	0.5	6.1	9.0	2.4	0.3	1.2	0.9	9.0	1.4	0.3	4.3	1.1	54.0	2.6	0.2	2.4
土壌・水の富栄養化	7.0	4.7	0.0	0.0	0.0	7.0	9.3	0.0	0.0	4.7	0.0	9.3	2.3	0.0	9.3	4.7	2.3	39.5	0.0	0.0
地上部バイオマス推定	1.0	5.6	6.6	3.2	20.6	2.9	5.5	1.2	3.9	1.5	0.2	1.7	1.9	4.1	5.0	1.7	0.5	29.2	3.7	3.7
枯死木・生物多様性	0.6	2.6	3.2	14.7	3.8	3.2	10.9	7.1	2.6	5.8	3.2	3.8	4.5	2.6	3.8	4.5	0.6	4.5	0.0	17.9

低く、波及効果が大きいと考えられる。逆に、「生態系サービス管理」は、NFIを一次利用したどのトピックの論文からも満遍なく引用して形成されており、学際的な研究トピックであると言える。公開データが一次利用されることにより、様々なユーザーがその研究結果を使用できるようになっている。

4. 議論

本研究において、インターネット上で長期間公開しているOGDの事例であるFIAが研究活動に与える影響について、以下の点が明らかになった。

(1) データに関連する領域である森林調査論文数の増減は、NFIが公開されることにより若干変化していた。NFI公開前は、Forestry分野論文の増減に影響されていた

が、NFI 公開国では公開後、Forestry 分野論文よりも論文数が多い Ecology 分野論文との関係がみられた。

(2)NFI の一種である FIA データを一次利用として使用した研究は、FIA データ公開に直接関係するトピックが中心であった。それに対して、二次利用の論文は多様なトピックであり、それらは Ecology 分野に分類されるものが多かった。オープンデータの研究成果は二次利用によりデータ公開に直接関係しない領域に波及していた。

これらの結果を支持する議論として、オープンデータによる研究の影響は、データを利用した研究活動が増えて研究成果が生まれるという単純なものだけではないという議論がなされている。Aneesh Chopra は、OGD は単なる「データ保管庫の解放」ではなく、「研究開発の機会を生み出す活発なエコシステムを育成する」方法であるとしている(Harrison et al., 2012)。OGD エコシステムとは、以下のような概念である。政府が公表したデータをエンドユーザーのみが使う一方通行なシステムではなく、様々なユーザーが使用し、その結果を公開することによって、データセットが修正・統合され、「再利用可能な方法(Reusable way)」で他のユーザーに還元される。これらのデータセットは「オリジナルの状態よりも価値がある」状態になる。

OGD エコシステムを前提とすれば、影響も多段階で発生することになり、本研究における NFI の分析からは、OGD 公開の影響は一次利用だけでなく二次利用に現れることが明らかになった。研究活動における OGD 評価は、OGD でデータを公開する行為のみではなく、そのデータがどのような研究に使われ、どの分野に波及・影響していくかどうかを評価していく必要がある。今後、FI 領域ではさらに比較対象を設定するなどの分析を行うことや、FI 領域以外のオープンデータの事例を分析することによって、OGD 公開の影響の特性をより明確に明らかにすることができるであろう。

謝辞 国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 小黒芳生主任研究員および田中良平研究専門員から森林学関連の助言をいただいた。

参考文献

- Corona, P., & Marchetti, M. (2007). Outlining multi-purpose forest inventories to assess the ecosystem approach in forestry. *Plant Biosystems*, 141(2), 243–251. <https://doi.org/10.1080/11263500701401836>
- Drohan, P. J., Stout, S. L., & Petersen, G. W. (2002). Sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.) decline during 1979–1989 in northern Pennsylvania. *Forest Ecology and Management*, 170(1–3), 1–17. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00688-0](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00688-0)
- Fecher, B., Friesike, S., & Hebing, M. (2015). What drives academic data sharing? *PLoS ONE*, 10(2), 1–25. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118053>
- Forest Research ウェブサイト(2021 年 9 月 5 日閲覧):<https://www.forestryresearch.gov.uk/tools-and-resources/national-forest-inventory/about-the-nfi/>
- Harrison, T. M., Pardo, T. A., & Cook, M. (2012). Creating Open Government Ecosystems: A Research and Development Agenda. *Future Internet* 2012, Vol. 4, Pages 900–928, 4(4), 900–928. <https://doi.org/10.3390/FI4040900>
- McDermott, P. (2010). Building open government. *Government Information Quarterly*, 27(4), 401–413. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2010.07.002>
- Mcroberts, R. E., Tomppo, E., Schadauer, K., Vidal, C., Ståhl, G., Chirici, G., Lanz, A., Cienciala, E., Winter, S., & Smith, W. B. (n.d.). *Harmonizing National Forest Inventories*. www.metla.fi/eu/cost/e43/index.html;
- OECD iLibrary / Open Government Data: Towards Empirical Analysis of Open Government Data Initiatives. (n.d.). Retrieved August 8, 2021, from https://www.oecd-ilibrary.org/governance/open-government-data_5k46bj4f03s7-en;jsessionid=8RRHIREb4WjHNEVC8szizvoW.ip-10-240-5-62
- Open Knowledge Foundation(2021 年 9 月 5 日閲覧):<https://okfn.org/opendata/>
- Piowar, H. A. (2011). Who shares? Who doesn't? Factors associated with openly archiving raw research data. *PLoS ONE*, 6(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018657>
- Vicente-Saez, R., & Martinez-Fuentes, C. (2018). Open Science now: A systematic literature review for an integrated definition. *Journal of Business Research*, 88, 428–436. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.12.043>