



Hitotsubashi University
Institute of Innovation Research



一橋大学イノベーション研究センター

東京都国立市中2-1
<http://www.iir.hit-u.ac.jp>

科学における知識生産プロセスの研究

— 日本の研究者を対象とした大規模調査からの基礎的発見事実 —

長岡貞男[†] 伊神正貫[‡] 江藤学[¶] 伊地知寛博[▲]

要旨

科学における知識創造過程や科学知識からイノベーションが創出される過程についての、研究プロジェクトを対象とした体系的な実証研究を行うために、一橋大学イノベーション研究センターと文部科学省科学技術政策研究所は、日本の全分野の研究者を対象とした包括的な質問票調査(「科学における知識生産プロセスに関する調査」)を実施した。2009 年末から 2010 年春にかけて質問票調査が実施され、約 2,100 件の回答が得られた。

調査対象の約 3 分の1は被引用数上位 1%の高被引用度論文もたらした研究プロジェクトであり、約 3 分の2は通常論文(高被引用度論文を除く無作為抽出論文)をもたらした研究プロジェクトである。高被引用度論文産出群(通常群)では調査対象論文の回答者の 70%(78%)が大学等に所属し、21%(14%)が公的研究機関に所属し、7.2%(5.7%)が民間企業に所属している。

本調査は科学にかかる以下の基本的な問いをカバーしている。

- ① 日本で活動する研究者による研究プロジェクトは、どの程度の頻度で純粋基礎研究(ストークスの分類で言えば「ボアの象限」)にあり、どの程度の頻度で目的基礎研究(「パスツールの象限」)や応用研究(「エディソンの象限」)にあるのか。
- ② 着想から国際的な研究業績までにどの程度の時間を要するのか、この間の研究資金をどのように確保しているのか。
- ③ 研究におけるグローバルな競争の状況や自らの研究の位置づけを事前にどの程度、研究者は認識しているのか。
- ④ 研究においてセレンディピティはどの程度重要なのか、どのような研究でそれが生まれやすいのか。
- ⑤ 日本の研究チームはどの程度に学際的、国際的なのか。研究者の組織間の移動はどの程度頻繁に起きているのか。
- ⑥ 研究プロジェクトのマネジメントとしてどのような取り組みを行っているのか。
- ⑦ 研究の成果を論文の他、どの程度特許化しているのか。リサーチツールの生産はどうか。

[†]一橋大学イノベーション研究センター教授

[‡]文部科学省科学技術政策研究所主任研究官、一橋大学イノベーション研究センター特任准教授

[¶]一橋大学イノベーション研究センター教授

[▲]成城大学社会イノベーション学部教授

- ⑧ 研究成果をベースとしたイノベーションがどのようなルート(ライセンス、標準への貢献、産学連携研究、スタートアップ、技術指導など)で、どの程度の頻度で生じているのか。

本ワーキングペーパーでは、調査の重要な基礎的発見事実と考えられる点を要約し、今後の調査課題を含めた含意を述べる。本ワーキングペーパーは分析の第一段階であり、これらの発見事実をもとに、今後更なる分析を進めていく。調査で得られた研究プロジェクトについての包括的なデータセットを活用し、また、書誌データや引用データなども組み合わせ、発見事実の背景にあるメカニズムや原因の解明に資する分析を実施する予定である。

本報告書の引用を行う際には、出典を明記願います。

目次

調査の要約

調査の要約	1
-------------	---

第 1 部 調査結果

1 調査の背景と目的	7
2 実施した調査の概要	9
2-1 調査対象者の選定	9
2-2 調査の実施	9
2-3 集計に用いた分野分類	10
2-4 集計に用いた部門分類	11
2-5 分野別の回答状況	11
2-6 回答者属性	13
3 調査の対象とした論文の特徴	19
3-1 世界全体における調査対象論文の重要度	19
3-2 研究プロジェクトの研究成果内における調査対象論文の重要度	19
3-3 調査対象論文の研究成果の類型	21
3-4 被引用度に影響を及ぼす要因	22
4 研究プロジェクトの動機と研究の不確実性	23
4-1 研究プロジェクトの動機	24
4-2 研究過程と研究成果の事前の不確実性	26
4-3 セレンディピティ	27
5 研究競争	29
6 研究マネジメント	31
6-1 研究プロジェクトへの着想を得るのに用いた外部知識源	32
6-2 研究マネジメントの有無とその貢献	34
6-3 先端的施設等の利用状況	37
7 研究チーム	39
7-1 著者数	40
7-2 共著者以外の協力研究者数、学生数、技能者数	41
7-3 著者の範囲	43
7-4 論文の著者における地位の構成	44
7-5 著者の配列が「調査対象論文への貢献の順番」とされた論文における筆頭著者の地位	46
7-6 研究チームの人材の多様性	48
8 研究プロジェクトへのインプット(人材と資金)	51
8-1 研究プロジェクトの着想から調査対象論文を投稿するまでの期間	51
8-2 研究プロジェクトに費やした全労力	52
8-3 研究資金	54
8-4 資金源の状況	56
9 研究プロジェクトのアウトプットおよびインパクト	59
9-1 研究プロジェクトがもたらした査読付き論文数	60

9-2 継続研究、受託研究、共同研究および技術指導.....	62
9-3 研究プロジェクトを通じた人材育成.....	64
9-4 特許出願、実施許諾あるいは譲渡の状況.....	65
9-5 スタートアップ企業の新規設立と標準化.....	68
9-6 マテリアルなどその他の成果.....	69
9-7 研究プロジェクトのアウトプットとインパクトの全体状況.....	70
参考文献.....	71

第2部 調査方法

1 回答者の選出.....	73
1-1 論文標本の抽出.....	73
1-2 論文と調査対象者の対応付け.....	78
1-3 調査対象論文の決定.....	78
2 質問票の設計.....	81
2-1 質問票の構成.....	81
3 調査の実施.....	83
3-1 調査の実施についての概要.....	83
3-2 調査スケジュール.....	84
4 集計方法.....	85
4-1 調査結果の確認や修正.....	85
4-2 高被引用度論文産出群と通常群.....	86
4-3 集計に用いた分野分類.....	86
4-4 複合領域に分類された論文の取り扱い.....	87
4-5 集計に用いた部門分類.....	87
5 回答状況と回収バイアス.....	89
5-1 分野別の回収状況.....	89
5-2 回収バイアスの検討.....	90
6 「科学における知識生産プロセス」ワークショップ.....	93
6-1 ワークショップの概要.....	93
6-2 ワークショッププログラム.....	93
6-3 ワークショップでの今後の研究課題へのコメント.....	94
謝辞.....	97

調査の要約

調査の要約

日本では科学の国際競争力を高めるとともに、それを基盤としたイノベーション創出を強化することが重要な課題となっている。一方で、科学における知識創造過程や科学知識からイノベーションが創出される過程についての、研究プロジェクトを対象とした体系的な実証研究は、日本のみならず世界的にも存在しない。

これを受けて、一橋大学イノベーション研究センターと科学技術政策研究所は、日米の研究者を対象とした包括的な質問票調査(「科学における知識生産プロセスに関する調査」)を実施することとした。2009年末から2010年春にかけて日本の研究者を対象とした質問票調査を実施し、約2,100件の回答が得られた。米国調査については、米国のジョージア工科大学などの協力を得て2010年度中に実施する。

これまでに日本調査について、研究プロジェクトの動機、研究プロジェクトの発想に用いた知識源、研究におけるセレンディピティの重要性、研究チームの構成(論文著者の地位や専門分野など)、研究プロジェクトで使用した研究資金額、研究資金の資金源、研究プロジェクトから生み出された論文等のアウトプットなど、研究プロジェクトについての包括的なデータセットが構築され、基本的な集計作業を実施した。

本報告書では、本調査の重要な基礎的発見事実と考えられる点を要約し、今後の調査課題を含めた含意を述べる。本報告書は分析の第一段階であり、これらの発見事実をもとに、今後更なる分析を進めていく。本調査で得られた研究プロジェクトについての包括的なデータセットを活用し、また、書誌データや引用データなども組み合わせ、発見事実の背景にあるメカニズムや原因の解明に資する分析を実施する予定である。

以下の要約において、高被引用度論文産出群とは被引用数上位1%の高被引用度論文をもたらした研究プロジェクト、通常群とは通常論文(高被引用度論文を除く無作為抽出論文)をもたらした研究プロジェクトである。

本報告書では両者を対象に、対象論文をもたらした研究プロジェクトの特性を集計値(平均値、中央値など)として示している。高被引用度論文産出群と通常群の分野構成は類似している(そのように母集団を設定した)、両者を比較することが出来る。また、高被引用度論文産出群(通常群)では調査対象論文の回答者の70%(78%)が大学等に所属し、21%(14%)が公的研究機関に所属し、7.2%(5.7%)が民間企業に所属している。

なお、特に注釈のある場合を除いて、集計値はそれぞれの群全体の値を示している。

1. 高被引用度論文産出群では、基礎原理の追求を特に重要な動機としているが、「パズツールの象限」も重要である。

高被引用度論文産出群では 1)基礎原理の追求、2)現実の具体的な問題解決の両方(特に前者)で、通常群よりも強い動機付けがある。また、高被引用度論文産出群の14%が、2つの動機を同時に非常に重要としている。ストークスが指摘する「パズツールの象限」にあてはまる研究プロジェクトが一定割合存在しており、基礎から応用という科学研究の一次元的な理解を越える分類が必要であることが確認された。

- 研究プロジェクトには、1)基礎原理の追求、2)現実の具体的な問題解決という2つの基本的な動機がある。これらの動機を「非常に重要であった」とする割合は、多くの分野で通常群と比べて高被引

用度論文産出群において高かった。その差は特に、1)基礎原理の追求で大きかった。

- 高被引用度論文産出群の 14%において、両方の動機を非常に重要としており「パスツールの象限」にあてはまる研究プロジェクトが一定割合存在することが確認された。

2. 研究は不確実な過程であり、優れた研究成果は往々にして不確実性を生かしている。

研究は不確実な過程である。計画通りの研究過程で予想通りの結果が得られるのは少数であり、かつ優れた研究成果は往々にして不確実性を生かした成果である。

- 調査対象論文の主たる成果が得られた過程が「計画通り」で、主たる研究成果の内容も「予想通り」という回答は、高被引用度論文産出群で 11%、通常群で 18%と僅かであった。
- 高被引用度論文には、かなりの比率(32%)で、研究者の予想を大きく上回るような研究成果が含まれている。しかもその割合は、通常論文の 14%に比べて顕著に大きい。
- 研究の過程自体が当初の計画と全く異なる事例も存在する。その割合は、高被引用度論文産出群でより高い傾向にある。特に材料科学でその傾向が顕著である。
- 更に、高被引用度論文群、通常群共に各分野の 5 割を超える調査対象論文において、結果として得られた研究成果は、当初提起していなかった研究課題に回答を見出すこと(セレンディピティ)につながったとされた。

3. 研究者は世界における競争の状況を良く認識しており、特に高被引用度論文産出群において、競争相手に研究を先行されることに強い危機感を持っている。

大半の研究者は研究開始時に競争の有無とその程度を良く認識している。多くの場合、海外の競争相手の方が、国内と比べて数が多い。また同時に、競争相手に研究を先行されることに危機感を持っている。高被引用度論文産出群において、競争相手に研究を先行されることに強い危機感を持っている場合が多い。

- 科学研究はプライオリティーを巡る競争的な過程とマートンによって特徴付けられたが、競争メカニズムが機能するには、研究者が事前に競争を認識し、またそれによって規律付けされる必要がある。本調査から、大半の研究者が事前に競争の有無と程度を認識している(海外の競争相手を不明としたのは、高被引用論文産出群で 6.2%、通常群で 13%)ことが明らかになった。
- 競争相手となり得るチームが海外にも存在しなかった場合は少数であり、認識されている競争チームの数は国内より海外が多い。国内に競争相手がいない場合が約 40%存在するが、海外にも競争相手が存在しない場合は高被引用度論文産出群では 8.7%、通常群でも 15%しかない。
- 高被引用度論文産出群の 53%、通常群の 31%で、競争相手に研究を先行されることに危機感を感じていた。競争相手に研究を先行されることを大変に心配したとの割合は、高被引用度論文産出群で著しく大きい(高被引用度論文産出群で 18%、通常群で 6.1%)。

4. 研究マネジメントが知識生産のパフォーマンスに大きな影響を与える可能性が示唆された。

高被引用度論文産出群と通常群で研究のマネジメントの傾向に大きな差が見られた。科学の進歩の方向を見据えることと共に野心的な目標の設定、多様性の高い研究チームの形成(スキルの多様性、分野の多様性、若い研究者の参加)など研究マネジメントの在り方が知識生産のパフォーマンスに大きな影響を与える可能性が示唆された。

- 科学の進歩の方向を見据えることと共に野心的な研究目標の設定、多様性の高い研究チーム(スキルの多様性、分野の多様性、若い研究者の参加)の形成、新分野開拓のための研究者コミュニティの確立が、通常群と比して高被引用度論文産出群において高い割合で実施されている。
- また、社会の進む方向を見据えた目標設定、プロジェクトの進捗にあわせた目標の柔軟な変更は、高被引用度論文産出群と通常群の両方で、同じような割合で実施されているが、高被引用度論文産出群においてより高い割合で成果を生み出すことへの貢献があったとされており、マネジメントの内容も異なることを示唆している。
- 後述するように、高被引用度論文産出群では通常群と比べて研究プロジェクトの規模が大きく、その結果として多様性の高い研究チームを形成する、また良い研究成果が生まれたために新分野開拓のための研究者コミュニティの設立が可能となるなどの可能性もあり、研究のマネジメントとその成果との因果関係をより明確化するには、更に構造的な分析を行う必要がある。

5. 人材の多様性が高い研究チームの形成が、研究プロジェクトを実施する上で重要であることが示唆された。

科学研究の大半が個人ではなくチームで遂行されるなか、専門分野、国境、組織を超えた研究チームの形成が、研究プロジェクトを実施する上で重要であることが示唆された。また、著者ではないが実質的に研究に参加した研究協力者、大学院生等が多数いることも明らかになった。

- 回答が得られた約 2,100 件の調査対象論文における単独著者の割合は、高被引用度論文産出群で 3.0%、通常群で 6.9%である。研究は圧倒的に個人ではなく、チームで行われており、重要な研究成果をもたらす研究ほどその傾向が強い。著者数の中央値と平均値は、高被引用度論文産出群でそれぞれ 6 名と 10 名、通常群で 4 名と 5 名である。
- 本調査から、著者ではないが実質的に研究に参加した研究協力者、大学院生等も多数いることが明らかとなった(高被引用度論文産出群、通常群共に合計の中央値で 2 名)。また、研究試料提供、研究用の施設や設備の開発・提供、研究用プログラムや DB 開発・提供、更には資金提供のみでも著者とされていることが往々にしてあることも明らかとなった。これは、研究の効果的な遂行には多様なインプットが不可欠となっていることを示唆している。
- 研究チームは専門分野、生誕国、専門スキルなどで多様な人材を融合したものになっている。複数の専門分野を組み合わせた著者構成(例えば分子生物学・遺伝学とコンピュータサイエンス)である場合が、高被引用度論文産出群で 48%、通常群で 40%存在し、外国が生誕国である研究者を含んでいる場合が高被引用度論文産出群で 48%、通常群で 31%存在する。
- 理論と実験・観察のように複数の専門スキル、大学と企業の共同研究のように複数の部門の研究者を組み合わせている割合も、高被引用度論文産出群でそれぞれ 31%と 41%、通常群で 28%と 31%である。このように高被引用度論文産出群の方が人材の多様性は高い傾向にある。

6. 博士課程後期の大学院生やポストドクターは、研究の実質的な担い手として論文に大きく関与している。

博士課程後期の大学院生やポストドクターは、研究の実質的な担い手として論文に大きく関与している。ポストドクターについては高被引用度論文産出群において筆頭著者として関与する比率が通常群より高い。

- 今回の調査では、博士課程後期の大学院生やポストドクターの科学研究における役割を明確にするために、回答著者、筆頭著者などの地位を明らかにした。
 - 大学等において、論文著者となっている研究者の中で最も比率が高いのは教授クラスの教員(約40%)であり、それに准教授クラス(約17%)、講師・助教クラス(高被引用度論文産出群で13%、通常群で14%)が続く。ポストドクター、大学院生、学部生の比率は高被引用度論文産出群では28%、通常群で25%を占める。
 - 著者の配列が「調査対象論文への貢献の順番」とされた論文における筆頭著者に注目すると、著者全体と比べて、大学院生(博士課程後期)とポストドクターの関与が大幅に増加する(大学等の高被引用度論文産出群 20%→37%、通常群 15%→29%)。大学院生(博士課程後期)やポストドクターは、研究の担い手として研究チームに大きく関与している。特に生命科学系において大学院生(博士課程後期)とポストドクターの筆頭著者としての関与が大きい(大学等の高被引用度論文産出群で50%、通常群で39%)。
 - ポストドクターについては高被引用度論文産出群において筆頭著者として関与する比率が通常群より高い(大学等の高被引用度論文産出群で20%、通常群で9.3%)。
7. 多くの研究プロジェクトは内部資金(運営費交付金等に基づく校費など)と外部資金(科学研究費補助金など)を複合的に活用することで実施されている。

多くの研究プロジェクトが複数の研究資金で支えられている。高被引用度論文産出群の方が多数の外部資金を利用しており、研究資金の額も大きい傾向にある。このことは、複数の外部資金源が存在することで、研究プロジェクトを複眼的に評価する機能や、その進展段階に応じて他より有望で資金需要も大きい研究を選別し、大きな研究資金を供給するという機能が実現されていることを示唆している。同時に、内部資金(運営費交付金等に基づく校費など)を利用していない研究プロジェクトは少数であり、内部資金は立ち上げ期のプロジェクトなどを含めて幅広い研究プロジェクトを下支えする機能があることが示唆されている。

- 単独の資金源で研究プロジェクトを行っているのは少数である。高被引用度論文産出群では、内部資金のみの場合が12%、1種類の外部資金の場合が13%で合計25%である。通常群では、それぞれ23%と8%で合計31%である。
- 高被引用度論文産出群の方が外部資金を利用する比率が高く、かつより多数の外部資金で研究が支えられている。内部資金以外に2種類以上の外部資金を得ている研究プロジェクトが高被引用度論文産出群では37%、通常群では28%、内部資金に加えて3種類以上の外部資金を用いたものが、高被引用度論文産出群では21%、通常群では11%も存在している。
- 同時に、内部資金(運営費交付金等に基づく校費など)を利用していない研究プロジェクトは少数で、高被引用度論文産出群で25%、通常群で15%のみである。内部資金は立ち上げ期のプロジェクトなどを含めて幅広い研究プロジェクトを下支えていることが示唆される。
- 高被引用度論文産出群のほうが多くの研究資金を費やしている。この要因として、高被引用度論文

産出群のほうが、プロジェクト実施のために雇用していたポストドクターなどの研究者が多い、最先端の実験設備・施設を保有する比率が高いなどの要因が考えられる。これらは、研究プロジェクトの成果を生み出すことへの貢献も高いとされている。

8. 研究プロジェクトからは多様な成果が生み出されている。高被引用度論文産出群の方が多数の論文を生み出しており、特許や受託研究・共同研究などに結びつく割合も高い。

研究プロジェクトの成果は、論文、人材育成、受託研究・共同研究、技術指導、特許、実施許諾・譲渡、スタートアップ企業、標準と多様である。通常群と比べて高被引用度論文産出群の方が多数の論文を生み出しており、特許や受託研究・共同研究などに結びつく割合も高い。

- 高被引用度論文産出群では中央値で 15 本、平均値で 40 本の査読付き論文を生み出している。また、通常群では中央値で 7 本、平均値で 18 本の論文を生み出している。分野別に中央値をみても、いずれの分野でも高被引用度論文産出群の方がより多数の査読付き論文を生み出している。
- 多くの研究プロジェクトが修士号取得者や博士号取得者を生み出している。研究プロジェクトの約 50%が修士号取得者を生み出し、約 70%が博士号取得者を生み出している。高被引用度論文産出群と通常群を比較すると、前者のほうが博士号取得者を生み出す割合が高い傾向にある。
- 研究成果が標準活動に有意義な成果をもたらしている事例も少なからず存在する。大学等においても、高被引用度論文群、通常群ともに 10%前後の研究プロジェクトで、標準につながったあるいは標準化を議論中との回答が得られた。
- 高被引用度論文産出群および通常群の両方で、継続研究、共同研究・受託研究、博士号取得者、修士号取得者が、それぞれ 40%以上の研究プロジェクトでもたらされている。高被引用度論文産出群では特許出願した研究プロジェクトも 40%を超えており、技術指導も 37%で行われている。高被引用度論文産出群と通常群を比較すると、多くの項目で前者において成果が生み出されている比率が高い。
- 高被引用度論文産出群の方が、多様な成果をもたらす比率が高いことから、論文の被引用数は論文の重要度に加えて、科学研究がもたらすアウトプットやインパクトにも関係していることが示唆された。

9. 科学的な発見をイノベーションにつなげるための努力がなされている。

特許出願を一回でも行った研究プロジェクトの割合は高く、その中で特許の外国出願を行っている割合もかなり高かった。実施許諾につながったとした事例も高被引用度論文産出群で 7.5%(通常群で 3.6%)存在した。こうした事例の大半でノウハウも供与されている。新たなスタートアップ企業につながった事例は高被引用度論文産出群でも 2.7%と少ない。しかし、スタートアップを真剣に検討した事例を合計すると 10%程度あり、科学的な発見をイノベーションにつなげるための努力はかなり伺える。

- 特許出願を行った研究プロジェクトの比率は高い。その比率は、高被引用度論文産出群で 42%(大学等でも 36%)、通常群の 23%(大学等でも 19%)であり、前者において著しく高い頻度で特許出願につながっている。また、特許出願をした研究プロジェクトにおいて外国出願を行った割合は、高被引用度論文産出群で 62%、通常群で 50%であった。
- 高被引用度論文産出群と通常群を比較すると、前者でその成果が実施許諾される比率が高い(高被引用度論文産出群で 7.5%、通常群で 3.6%)。これは全回答を分母とする比率であり、特許出願

数に対する比率ではない)。実施許諾あるいは譲渡に当たって多くの事例で同時にノウハウの供与もされている(高被引用度論文産出群の 73%、通常群で 80%)。

- 実施許諾先の企業の類型を見ると、比較的に大きな企業が多いが、設立 5 年以内の企業に実施許諾された割合も高被引用度論文群では約 4 分の 1 である。
- 新たなスタートアップ企業につながった研究プロジェクトは高被引用度論文産出群においても 2.7% と小さいが、スタートアップを真剣に検討した事例を合計すると 10% 程度あり、スタートアップへの意識は必ずしも小さくなく、それが科学的成果の商業化の重要なプロセスの一つだと認識されている。

10. リサーチツールは研究プロジェクトの主要なアウトプットのひとつである。

リサーチツールが研究プロジェクトの主要なアウトプットのひとつである事が確認された。多くの研究プロジェクトが、研究の副産物として、マテリアルやデータベースなどのリサーチツールを生み出している。

- 研究プロジェクトから生まれる研究成果として、研究チーム以外の他者も利用できるリサーチツールは重要である。高被引用度論文産出群の 50%、通常群の 43% が、何かしらのリサーチツールを生み出している。
- 通常群と比べて高被引用度論文産出群の方が、マテリアル(高被引用度論文産出群で 32%、通常群で 23%)やデータベース(高被引用度論文産出群で 14%、通常群で 8%)といったリサーチツールを生み出す比率が高い傾向にある。

第1部 調査結果

1 調査の背景と目的

日本では科学の国際競争力を高めるとともに、それを基盤としたイノベーション創出を強化することが重要な課題となっている。しかしながら、科学における知識創造過程や科学知識からイノベーションが創出される過程についての、研究プロジェクトを対象とした体系的な実証研究は、日本のみならず世界的にも存在していないのが現状である。書誌情報を利用した分析が近年活発に行われるようになってきているが、書誌情報から獲得できる情報は非常に限定されており、研究プロジェクトの基本的な動機、着想の源泉、研究の歴史、研究資金、研究成果を利用したイノベーションなどについての情報は得られない。

これを受けて、一橋大学イノベーション研究センターと科学技術政策研究所の共同研究により、「科学における知識生産プロセスに関する調査」を実施することとした。本調査では、日米の全分野の研究者を対象とした包括的な質問票調査を行い(日米それぞれ7千名以上を対象)、科学における知識生産プロセスとそのイノベーション創出における構造的な特徴を明らかにする客観データを得ることを第一の目的としている。日本では2009年末からの質問票調査の実施により、約2,100名の研究者の方から既に回答を得た。米国については、米国のジョージア工科大学などの協力を得て、2010年の秋に実施の予定である。

これによって、本調査では日米の科学研究の状況について、以下の基本的な問いに実証的な回答を与えることを目指している。これらについての構造的な理解は、今後の科学研究のあり方を検討する上でも重要な役割を果たすと考えられる。

- ① 日本で活動する研究者による研究プロジェクトは、どの程度の頻度で純粋基礎研究(ストックスの分類で言えば「ボーアの象限」)にあり、どの程度の頻度で目的基礎研究(「パスツールの象限」)や応用研究(「エディソンの象限」)にあるのか。
- ② 着想から国際的な研究業績までにどの程度の時間を要するのか、この間の研究資金をどのように確保しているのか。
- ③ 研究におけるグローバルな競争の状況や自らの研究の位置づけを事前にどの程度、研究者は認識しているのか。
- ④ 研究においてセレンディピティはどの程度重要なのか、どのような研究でそれが生まれやすいのか。
- ⑤ 日本の研究チームはどの程度に学際的、国際的なのか。研究者の組織間の移動はどの程度頻繁に起きているのか。
- ⑥ 研究プロジェクトのマネジメントとしてどのような取り組みを行っているのか。
- ⑦ 研究の成果を論文の他、どの程度特許化しているのか。リサーチツールの生産はどうか。
- ⑧ 研究成果をベースとしたイノベーションがどのようなルート(ライセンス、標準への貢献、産学連携研究、スタートアップ、技術指導など)で、どの程度の頻度で生じているのか。

これまでに、研究チームの構成(論文著者の職位や専門分野など)、研究プロジェクトで使用した研究資金額、研究資金の資金源、研究プロジェクトの発想に用いた知識源、研究におけるセレンディピティの重要性、研究プロジェクトから生み出された論文等のアウトプットなど、研究プロジェクトについての包括的なマイクロデータを整備し、基本的な集計作業を実施した。本報告書では、これまでに得られた重要な発見事実と考えられる点を示す。

今後は論文などの外部データとマイクロデータの連結を行い、かつ、科学の経済学やネットワーク理論の最新の進展も踏まえて、知識の創出過程、科学における競争、研究のマネジメント、知識の融合と連携

の効果、知識フローや研究を支えるインフラストラクチャー、研究人材、研究資金の効果的な供給、特許制度の活用、スタートアップの役割など、科学における知識生産とイノベーション創出のメカニズムの研究に取り組む計画である。

本調査は、文部科学省の特別教育研究経費(連携融合事業)の支援を受けた「イノベーション・プロセスに関する産学官連携研究」の一環として、一橋大学イノベーション研究センターと科学技術政策研究所の共同研究として進めている。研究費としては、科学研究費補助金(基盤研究(A))「サイエンスにおける知識生産プロセスとイノベーション創出の研究」、研究代表者 長岡貞男、課題番号:21243020)の助成を受けて実施している。2009年度から4年間の計画で研究を進めている。

2010年3月には、米国NSF(National Science Foundation)の支援を得て米国の研究者も参画して、日本の調査の中間発表を行い、米国での調査の指針を得るために、日米共同のワークショップを実施した。また、2010年10月に「科学における知識生産プロセス」ワークショップを開催し、基礎的な集計に基づいた概要の報告と、それを踏まえた今後の研究マネジメントの在り方、科学技術政策の課題、“Research on research”などについて意見交換を行った。

以下のチームで研究を進めている。

(研究チーム)

長岡 貞男(研究代表者)	一橋大学イノベーション研究センター教授、 文部科学省科学技術政策研究所客員研究官、 経済産業研究所研究主幹
伊神 正貫	文部科学省科学技術政策研究所主任研究官、 一橋大学イノベーション研究センター特任准教授
江藤 学	一橋大学イノベーション研究センター教授
伊地知 寛博	成城大学社会イノベーション学部教授、 一橋大学イノベーション研究センター非常勤共同研究員、 文部科学省科学技術政策研究所客員研究官
大湾 秀雄	東京大学社会科学研究所教授
楡井 誠	一橋大学イノベーション研究センター准教授
清水 洋	一橋大学イノベーション研究センター講師
Paula E. Stephan	ジョージア州立大学教授
John Walsh	ジョージア工科大学准教授、 文部科学省科学技術政策研究所国際客員研究官

2 実施した調査の概要

2-1 調査対象者の選定

調査対象者は以下の手順により決定した、詳細については第2部「調査方法」に示した。

(1) 論文標本の抽出

まず、論文標本を、次の2つの方法で抽出した。論文の母集団としてはトムソン・ロイター社の Web of Science に含まれる Articles と Letters を用いた。Review については、過去の研究を概説するという意味合いが強く、研究プロジェクトとは直接の関わりが無い可能性が高いので母集団には含めなかった。対象年は2001年～2006年(データベース年)とした。データベース年とは論文がデータベースに収録された年である。なお、本調査で用いた書誌情報や被引用数は2006年12月末時点の情報である。

① 高被引用度論文

各年、各ジャーナル分野(22ジャーナル分野)において被引用数上位1%の論文(高被引用度論文)で、いずれかの著者の所属機関に、日本に所在する機関が含まれている論文(約3,000件)

② 通常論文

本調査の母集団のうち、高被引用度論文を除いた全論文から、いずれかの著者の所属機関に、日本に所在する機関が含まれているものを、各年、各ジャーナル分野(22ジャーナル分野)で無作為に抽出したもの(約7,000件)。

なお、ここでジャーナル分野とはトムソン・ロイター社の Essential Science Indicators で用いられている22ジャーナル分野分類を示す(図表1-1参照)。

(2) 調査対象者リストの作成

上記の約1万件の論文について、責任著者ないしそれに代わると思われる方を調べ、本調査を依頼する調査対象者とした。なお、調査対象者で、複数の抽出された論文の著者である方については、被引用数上位1%の論文を優先しつつ、論文1件を無作為抽出し、その論文を調査対象論文とした。

最終的には、全体で7,652名の調査対象者が決定された。このうち、高被引用度論文を調査対象論文とする研究者が1,932名、通常論文を調査対象論文とする研究者は5,720名である。

なお、本報告書では高被引用度論文をもたらした研究プロジェクトを高被引用度論文産出群、通常論文をもたらした研究プロジェクトを通常群と呼ぶ。

2-2 調査の実施

質問票調査はウェブ上で実施した。調査への協力依頼文、調査を実施しているウェブページのアドレス、ユーザID、パスワードを、電子メールもしくは郵便で調査対象者に送付した。調査対象者は、指定のアドレスにアクセスし、ユーザIDとパスワードを用いて質問票調査画面にログインすることで、調査への回答を行う。

質問票調査は原則ウェブ上で実施したが、調査対象者が紙の質問票による回答を希望した場合、質問票を郵送した。また、日本語での回答が困難な調査対象者には英語の質問票を送付した。調査対象者が別の研究者を推薦した場合、推薦された研究者を新たな調査対象者として、調査の案内を再送した。

調査は以下のスケジュールで実施した。当初の調査対象者から推薦された調査対象者、一部のジャーナル分野の論文に対応づけられた調査対象者については、個別に回答期限を設定した。

- 調査開始: 2009年12月21日
- 当初回答期限: 2010年2月7日
- 催促状送付(2回)(2010年1月中旬、2月中旬)
- 最終回答期限: 2010年4月11日

2-3 集計に用いた分野分類

本報告書では22ジャーナル分野分類を集約した10分野分類を用いて調査結果の集計を行った。また、一部の分析においては10分野分類を更に集約した大分野分類を用いた。22ジャーナル分野分類、10分野分類、大分野分類の関係を図表1-1に示す。なお、複合領域に分類されている論文については、論文中の引用文献を用いてジャーナル分野分類を行ったので、例外を除いて21ジャーナル分野のいずれかに分類されている。

図表 1-1 22ジャーナル分野分類、10分野分類、大分野分類の関係

22ジャーナル分野分類	10分野分類	大分野分類		
化学	1_化学	物理科学系		
材料科学	2_材料科学			
物理学	3_物理学&宇宙科学			
宇宙科学				
計算機科学	4_計算機科学&数学			
数学	5_工学			
工学				
環境/生態学	6_環境/生態学&地球科学	医学系		
地球科学				
臨床医学	7_臨床医学&精神医学/心理学	生命科学系		
精神医学/心理学				
農業科学	8.1_農業科学&植物・動物学	生命科学系		
植物・動物学				
生物学・生化学	8.2_基礎生物学			
免疫学				
微生物学				
分子生物学・遺伝学				
神経科学・行動学				
薬学・毒性学				
複合領域			論文中の引用文献を用いて分類	論文中の引用文献を用いて分類
経済学・経営学			S_社会科学	
社会科学・一般				

2-4 集計に用いた部門分類

本調査では調査対象論文の著者について、論文投稿時に所属していた機関の部門分類を尋ねている。そこで、調査結果の集計を部門別に行う際は、調査対象者が所属していた機関の部門分類を用いた。具体的な部門分類は以下に示した5種類である。

- (1) 大学等
- (2) 公的研究機関
- (3) 民間企業
- (4) 民間非営利組織
- (5) その他

ここで大学等とは、大学、大学共同利用機関、高等専門学校を指す。また、公的研究機関とは、国の試験研究機関、独立行政法人、特殊法人、地方公共団体の試験研究機関などを指す。

2-5 分野別の回答状況

分野別の回答状況を図表 1-2 に示す。なお、図表 1-2 の分野分類には複合領域を含む。今回、複合領域の論文(Nature, Science 等に所収される論文)については、調査対象論文中の引用文献を用いて分野分類を行った(分類方法については第 2 部参照)が 13 件については分類が出来なかった。これらについては、以後の分野別の分析対象からは除いてある。

7,652 名の調査対象者に質問票調査を実施した結果、2,081 件の回答が寄せられた。全体における回答率は 27%である。高被引用度論文産出群においては 29%、通常群では 27%となり、前者の方が高い傾向にある。

分野別の状況をみると化学、材料科学、環境/生態学&地球科学、農業科学&植物・動物学において、全体における回答率が 30%を超えている。複合領域を除いた 10 分野の中では、臨床医学&精神医学/心理学の全体における回答率は 21%と最も小さい。高被引用度論文産出群と通常群を分野別に比較すると、多くの分野で高被引用度論文産出群における回答率の方が高いかほぼ同じであるが、基礎生物学においては通常群の方が 4%程度高くなっている。

図表 1-2 分野別回答状況

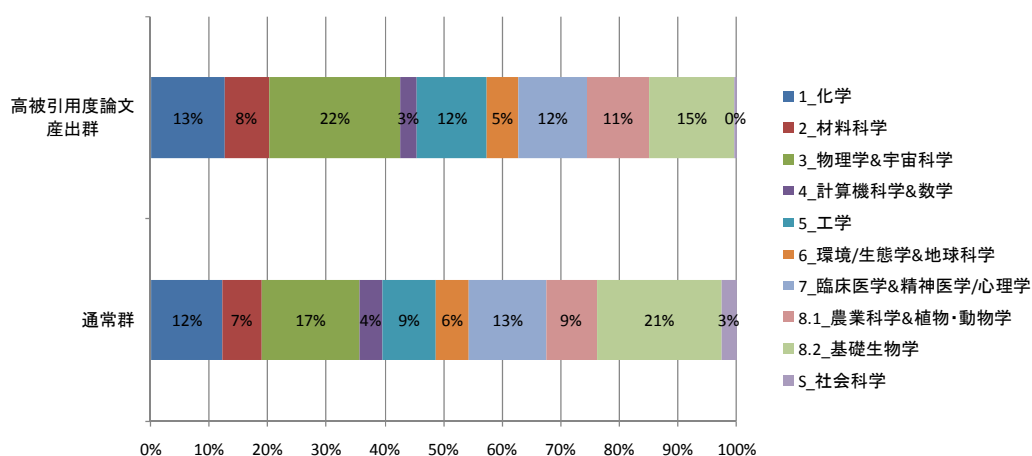
	全体			高被引用度論文産出群			通常群			(A) - (B)
	調査対象者数	回答数	回答率	調査対象者数	回答数	回答率(A)	調査対象者数	回答数	回答率(B)	
1.化学	837	257	30.7%	208	71	34.1%	629	186	29.6%	4.6%
2.材料科学	472	142	30.1%	127	43	33.9%	345	99	28.7%	5.2%
3.物理学&宇宙科学	1407	380	27.0%	400	127	31.8%	1007	253	25.1%	6.6%
4.計算機科学&数学	323	77	23.8%	66	16	24.2%	257	61	23.7%	0.5%
5.工学	707	206	29.1%	197	68	34.5%	510	138	27.1%	7.5%
6.環境/生態学&地球科学	361	115	31.9%	81	30	37.0%	280	85	30.4%	6.7%
7.臨床医学&精神医学/心理学	1278	264	20.7%	325	66	20.3%	953	198	20.8%	-0.5%
8.1.農業科学&植物・動物学	597	192	32.2%	165	60	36.4%	432	132	30.6%	5.8%
8.2.基礎生物学	1504	404	26.9%	351	83	23.6%	1153	321	27.8%	-4.2%
9.複合領域(分類できなかった論文)	13	2	15.4%	0	0	-	13	2	15.4%	-
S.社会科学	153	42	27.5%	12	2	16.7%	141	40	28.4%	-11.7%
合計	7,652	2,081	27.2%	1,932	566	29.3%	5,720	1,515	26.5%	2.8%

2-5-1 回答者の分野構成

回答者の分野構成を図表 1-3 に示した。物理学&宇宙科学については高被引用度論文産出群の比率が 5.7%、基礎生物学については通常群の比率が 6.6% 高くなっているが、多くの分野で高被引用度論文産出群と通常群の比率がほぼ等しい。

そこで本報告書では、全分野についての高被引用度論文産出群、通常群の回答を集計する際に、分野の重みについて特に補正を行っていない。多くの質問事項で、高被引用度論文産出群と通常群の差は各分野によらず同じ方向に差が大きく、分野の比率の差は大きな影響を持たないと考えられる。実際、高被引用度論文産出群の分野構成に合わせるよう、重みを付けて通常群を集計しても、通常群の集計結果は大きく変化しないことを確認している。

図表 1-3 回答者の分野構成



注 1: 高被引用度論文産出群: 回答のあった 566 件の調査対象論文について集計。

注 2: 通常群: 回答のあった 1,515 件の調査対象論文のうち、分野分類が出来なかった 2 件を除く 1,513 件について集計。

2-6 回答者属性

2-6-1 回答者の年齢

回答者の年齢の分布を図表 1-4 に示す。ここでは質問票調査実施時の年齢と調査対象論文投稿時の年齢を示している。

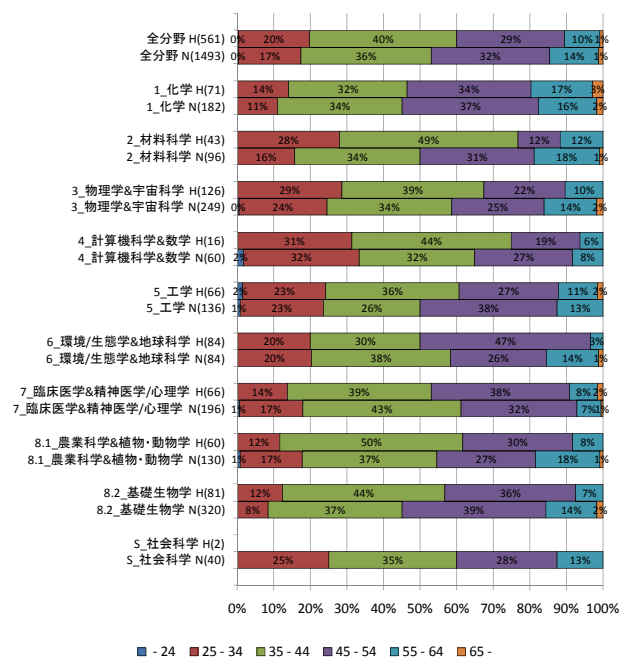
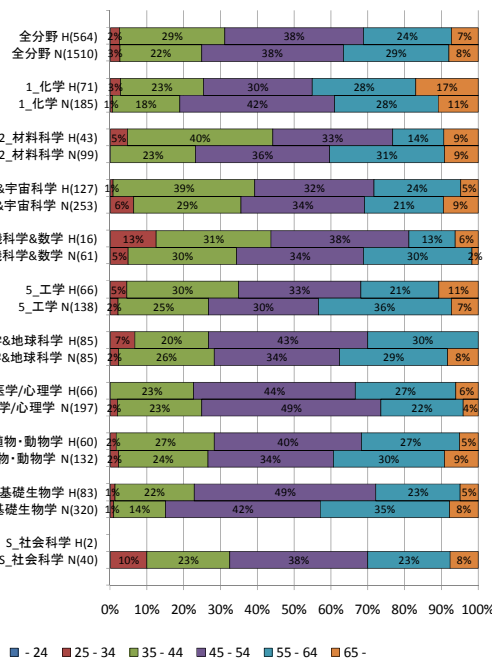
質問票調査実施(2010年)時の全分野における平均年齢は、高被引用度論文産出群において50.0歳、通常群において51.4歳となっている。分野別にみると、高被引用度論文産出群においては材料科学、物理学&宇宙科学、計算機科学&数学、工学の4分野で、通常群においては物理学&宇宙科学、計算機科学&数学、社会科学の3分野において、44歳以下の比率が30%を超えている。特に計算機科学&数学の高被引用度論文産出群においては、25~34歳の階層の比率が13%に達している。

次に調査対象論文投稿時に注目すると、全分野における平均年齢は、高被引用度論文産出群において42.6歳、通常群において43.9歳となっている。これは質問票調査実施時と比べると共に7歳程度若くなっている。調査対象論文の出版時期は2001年~2006年頃である。また、調査対象論文の投稿時点は調査対象論文の出版時期よりも1年程度早いことも考慮すると、調査対象論文投稿時から質問票調査時点までで5~10年経過していると思われる。このため、調査対象論文投稿時と質問票調査実施時では年齢に7年程度の差が生じていると思われる。分野別の状況に注目すると、計算機科学&数学においては高被引用度論文産出群と通常群のいずれでも34歳以下の階層が30%を超えている。

図表 1-4 回答者の年齢

(a) 質問票調査実施(2010年)時

(b) 調査対象論文投稿時



注1: 各分野において上に示されているのが高被引用度論文産出群の結果、下に示されているのが通常群の結果である。

注2: ここでの年齢は調査実施時については2010年末時点の年齢、調査対象論文投稿時については調査対象論文を投稿した年末時点の年齢を示す。

注3: 社会科学の高被引用度論文産出群については回答数が少ないので結果を示していない。

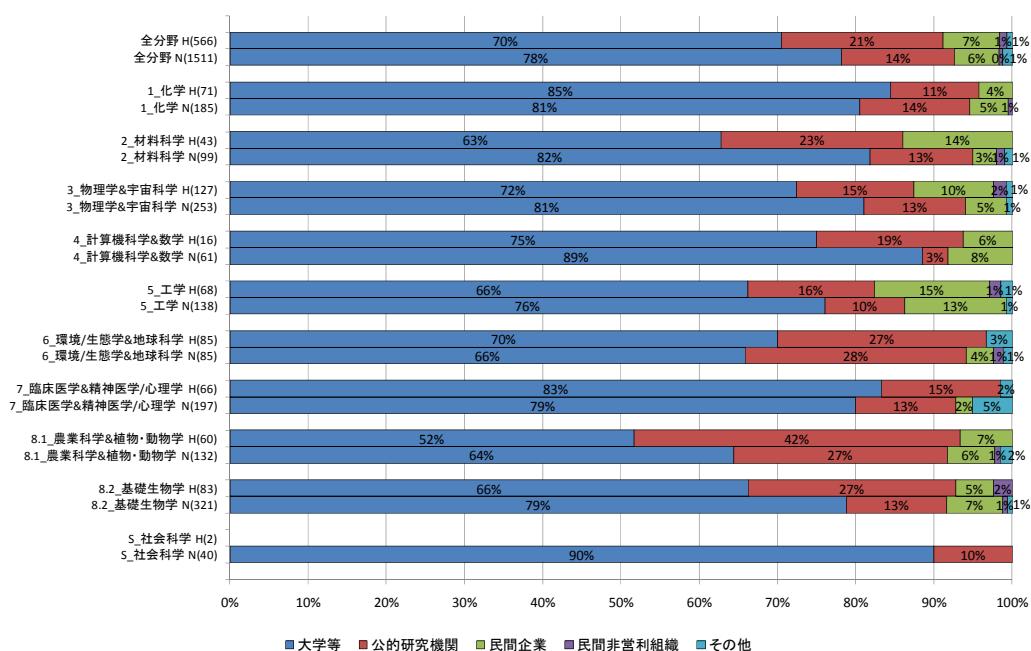
2-6-2 回答者が論文投稿時に所属していた機関の部門

回答者が論文投稿時に所属していた機関の部門を図表 1-5 に示す。全分野でみると高被引用度論文産出群と通常群のいずれにおいても、大学等の比率が最も高い。これに次ぐのが公的研究機関である。この両部門で回答者の約 90%を占める。

分野別にみると環境/生態学&地球科学と農業科学&植物・動物学において、高被引用度論文産出群と通常群のいずれにおいても公的研究機関の割合が 20%を超えている。特に、農業科学&植物・動物学の高被引用度論文産出群においては公的研究機関の回答者の比率が 42%と高くなっている。他にも材料科学、基礎生物学の高被引用度論文産出群において公的研究機関の割合が 20%を超えている。

材料科学、物理学&宇宙科学、工学の高被引用度論文産出群と工学の通常群において、民間企業の比率が 10%以上となっている。

図表 1-5 論文投稿時に所属していた機関の部門



注 1: 各分野において上に示されているのが高被引用度論文産出群の結果、下に示されているのが通常群の結果である。

注 2: 大学等とは、大学、大学共同利用機関、高等専門学校を指す。公的研究機関とは、国の試験研究機関、独立行政法人、特殊法人、地方公共団体の試験研究機関などを指す。

注 3: 社会科学の高被引用度論文産出群については回答数が少ないので結果を示していない。

2-6-3 研究プロジェクトにおける回答者の役割

ここでは調査対象論文を生み出した研究プロジェクトにおける、回答者の 1) マネジメント上の役割と 2) 研究実施上の役割について尋ねた結果をまとめる。

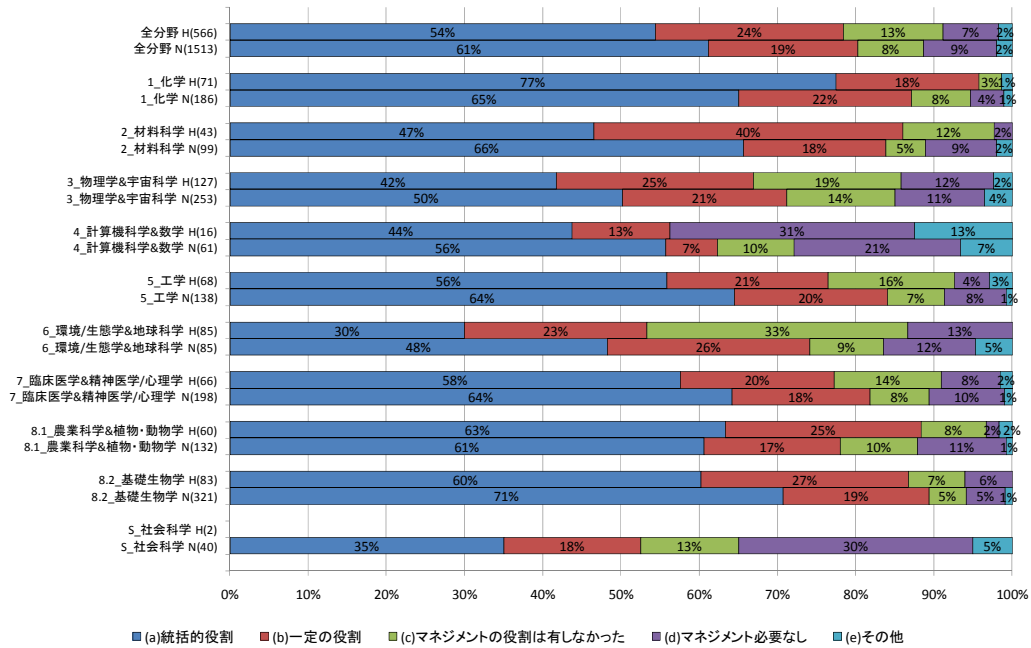
全分野の高被引用度論文産出群に注目すると、回答者の 54% が、研究マネジメントにおいて総括的な役割(研究プロジェクトの設計、研究チーム運営、研究資金獲得)を果たしている。一定の役割を果たした回答者(24%)も加えると、約 8 割が研究プロジェクトのマネジメントにかかわっていることがわかる。全分野の通常群についても約 8 割が研究プロジェクトのマネジメントにかかわっている。

分野別の傾向をみると計算機科学&数学と社会科学において、研究マネジメントが必要なかったという回答の比率も大きい。これらの分野は、他の分野と比べて論文中の著者数や研究プロジェクトに用いた研究費の額が少ないことから、研究プロジェクトの実施に当たって研究マネジメントを明示的に行う必要が無い場合も多いと考えられる。

物理学&宇宙科学、環境/生態学&地球科学の高被引用度論文産出群において、研究マネジメントの役割は有しなかったという回答者が 2~3 割存在する。この理由として、他国が主導して実施している国際共同研究プロジェクトに参加した研究者が、回答者として選出されている可能性がある。実際、この 2 分野は論文の国際共著率が高い分野であることが論文の国際共著率の分析から示されている。

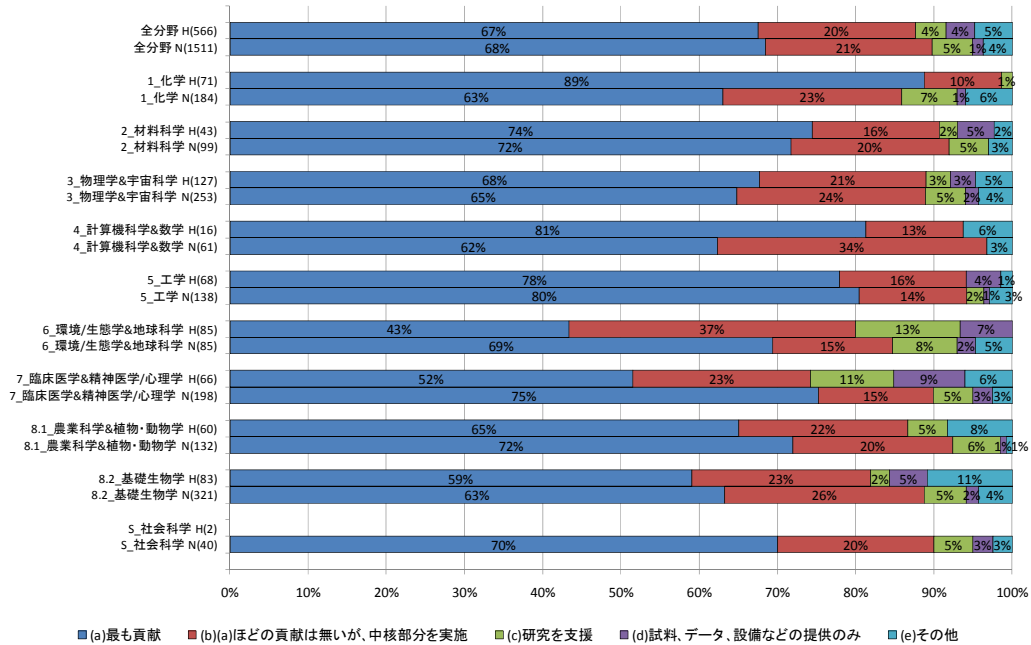
次に研究実施上の位置づけに注目する。全分野の高被引用度論文産出群をみると、回答者の 67% が(a)研究の中核部分を担い、論文の研究成果となった研究に最も貢献したとしている。(a)ほどの貢献は無いが、研究の中核を実施した回答者(20%)も加えると、約 9 割が研究の中核部分の実施にかかわっている。全分野の通常群についても約 9 割が研究の中核部分の実施にかかわっている。

図表 1-6 マネジメント上の役割



注 1: 各分野において上に示されているのが高被引用度論文産出群の結果、下に示されているのが通常群の結果である。
 注 2: 社会科学の高被引用度論文産出群については回答数が少ないので結果を示していない。

図表 1-7 研究実施上の役割

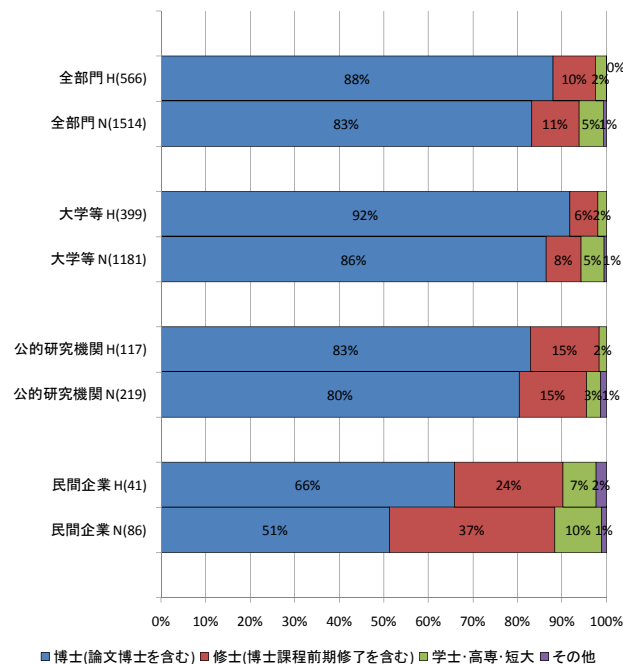


注 1: 各分野において上に示されているのが高被引用度論文産出群の結果、下に示されているのが通常群の結果である。
 注 2: 社会科学の高被引用度論文産出群については回答数が少ないので結果を示していない。

2-6-4 回答者の研究経歴

ここでは回答者の研究経歴を概観する。図表 1-8 は研究プロジェクト開始時点における最終学歴の状況である。高被引用度論文産出群と通常群のいずれについても全ての部門で、博士を最終学歴とする比率が最も大きい。その比率は大学等で最も大きく、公的研究機関、民間企業と続く。民間企業では、修士や学士・高専・短大を最終学歴とする回答者の割合が、他の部門と比較して高い。民間企業の通常群では、最終学歴を修士とした比率が37%、学士・高専・短大とした比率が10%であり、最終学歴が博士以外の回答者も5割近い。

図表 1-8 研究プロジェクト開始時点における最終学歴



注 1: 各部門において上に示されているのが高被引用度論文産出群の結果、下に示されているのが通常群の結果である。

国内外の論文賞や学会賞の受賞経験をみると大学等や民間企業において、高被引用度論文産出群と通常群の差が大きい。大学等の高被引用度論文産出群では約 6 割の回答者に受賞経験がある(図表 1-9(a))。

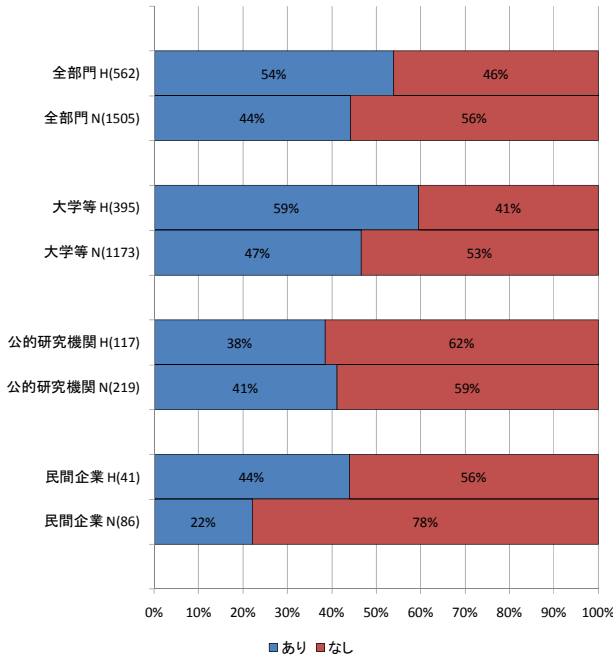
国内外の国際的な論文雑誌の編集委員としての経験については、大学等において高被引用度論文産出群の方が通常群よりも高くなっている。部門間をみると大学等において編集委員としての経験があるとする比率が最も大きく、これに公的研究機関、民間企業が続く(図表 1-9(b))。

研究あるいは留学で、海外に1年以上滞在した経験については、大学等の高被引用度論文産出群と通常群、公的研究機関の高被引用度論文産出群において、経験があるとの回答比率が 50%を超えている。公的研究機関において回答者の比率に、高被引用度論文産出群と通常群の間で 10%以上の差がみられた。民間企業については、高被引用度論文産出群で 22%、通常群で 17%となっており、大学等や公的研究機関と比べると経験ありとする回答者の比率が小さい(図表 1-10(a))。

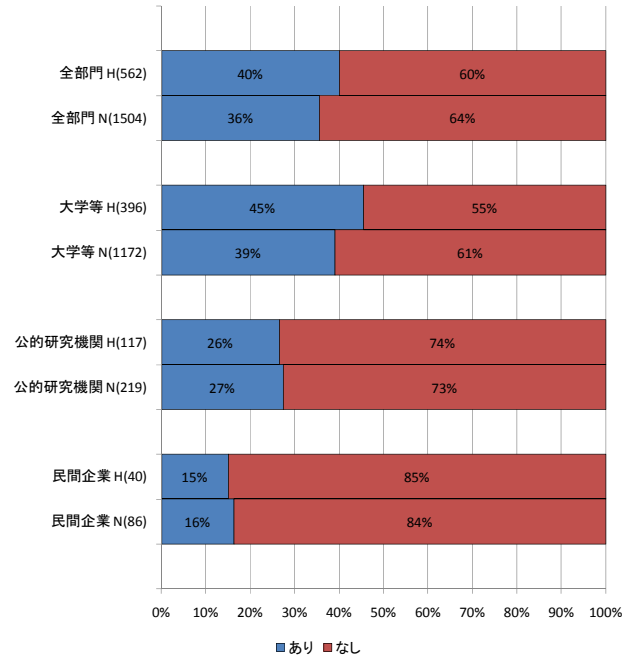
研究プロジェクト開始時からさかのぼって 5 年間における異動経験については、大学等や公的研究機関では 30~40%と非常に高い。大学等や公的研究機関と比べると民間企業において経験ありとする回答者の比率が小さい。大学等では、通常群と比べて高被引用度論文産出群において、異動経験がある回答者の比率が 10%近く高くなっている(図表 1-10(b))。

図表 1-9 研究プロジェクト開始時点における研究経歴(1)

(a) 国内外の論文賞や学会賞の受賞経験



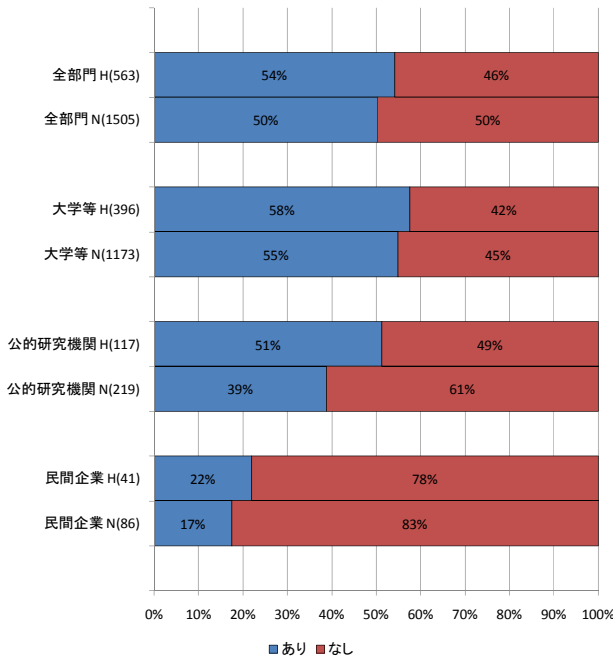
(b) 国内外の国際的な論文雑誌の編集委員としての経験



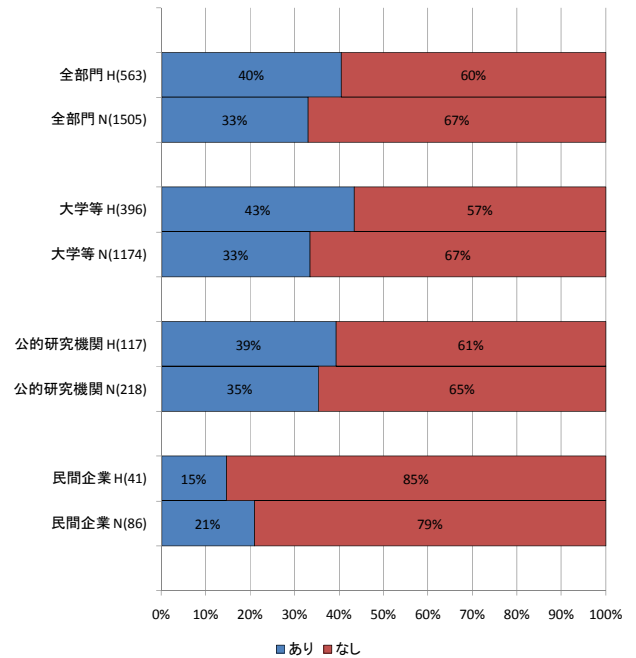
注 1: 各部門において上に示されているのが高被引用度論文産出群の結果、下に示されているのが通常群の結果である。

図表 1-10 研究プロジェクト開始時点における研究経歴(2)

(a) 研究あるいは留学で、海外に1年以上滞在した経験



(b) 過去5年間の異動経験



注 1: 各部門において上に示されているのが高被引用度論文産出群の結果、下に示されているのが通常群の結果である。

3 調査の対象とした論文の特徴

<重要な発見事実>

- 被引用数による論文の分類と研究者による論文の自己評価は整合的な結果となっている。通常論文に比べ高被引用度論文の方が、回答者の自己評価が著しく高い論文が抽出されている。研究プロジェクトの研究成果内における調査対象論文の重要度についても、高被引用度論文産出群の方が、通常群に比べて、評価が高くなっている。
- 高被引用度論文産出群では研究成果の類型として「新しい研究課題の提示」を非常に当てはまるとした比率が最も大きく、かつ通常群と比べて差が大きい。また、高被引用度論文産出群の研究者は、自らの論文の被引用度に影響を及ぼした要因として、研究結果の新規性の高さ、関連領域の研究の進展への寄与、含まれているデータ・情報の価値の高さを挙げている。
- 高被引用度論文の成果とは、既存研究よりも新規性が高いのみではなく、新たな研究領域を切り開くようなものであるとの研究者の認識がこれらの結果に表れていると考えられる。

3-1 世界全体における調査対象論文の重要度

本調査では、被引用数を論文の重要度を示す指標と考え、重要度の高い論文群として被引用数が上位 1%の高被引用度論文を抽出した。回答者の自己評価からも、通常論文に比べ高被引用度論文の方が、重要度が著しく高い論文が抽出されていることが確認された。

調査対象論文についての自己評価を尋ねた結果を図表 1-11 に示す。ここでは、調査対象論文と同時期（調査対象論文の出版前後1年）に公表された、調査対象論文と同じ研究領域における世界全体の研究成果と比べた、調査対象論文の重要度を尋ねた。

高被引用度論文産出群に注目すると、39%の研究者が調査対象論文は世界全体の中でも上位 1%に入る重要な論文であると考えており、82%の回答者が、それは世界全体の中でも上位 10%に入る重要な論文であると考えている¹。一方、通常論文では、上位 1%に入るとの回答は 9%、上位 10%に入るといふ回答は 37%であり、最も比率が高いのは上位 25%に入る比較的重要度の高い論文であるとの評価である。

3-2 研究プロジェクトの研究成果内における調査対象論文の重要度

研究プロジェクトの研究成果内における調査対象論文の重要度についても、高被引用度論文の方が、通常論文に比べて、回答者の評価が高くなっている。

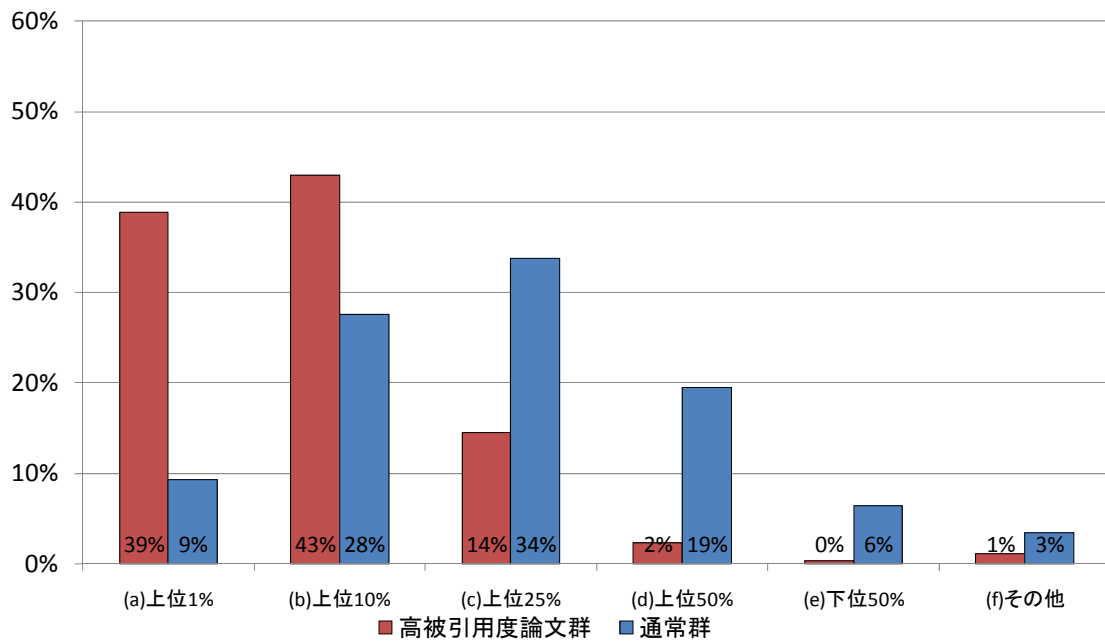
研究プロジェクトの研究成果内における調査対象論文の重要度を尋ねた結果を図表 1-12 に示す。高被引用度論文産出群では、最も重要な論文（トップ 3 に入る論文）、比較的重要度の高い論文との評価が、全体の 94%を占めている。このことから、高被引用度論文は研究プロジェクトの研究成果内でも重要な論文を捉えていることがわかる。

一方、通常群でも、最も重要な論文、比較的重要度の高い論文との評価が、全体の 75%を占めている。

¹ 高被引用度論文産出群で、調査対象論文の重要度をトップ 1%と評価していない回答者も一定数存在する。その理由としては、次のようなものが考えられる。①回答者の中には、多くの高被引用度論文に対応付けられた方がいるが、その方については、無作為に 1 つの高被引用度論文を抽出している。このため、回答者の自信作となるような論文が抽出されていない可能性がある。②今回の分析では 2006 年度末の被引用数を用いているので、2005、2006 年の論文については、被引用数が安定しておらず、一時的に被引用数がトップ 1%となったような論文も存在する。

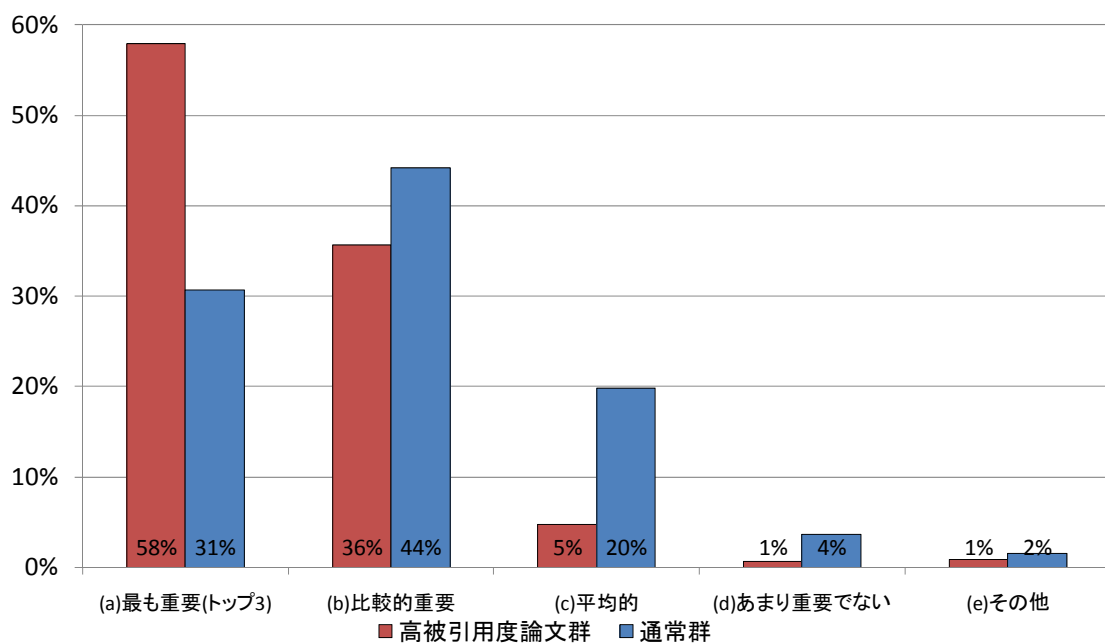
論文の抽出を行ったトムソン・ロイター社の Web of Science には一定の基準を満たした学術雑誌が収録されている。このことから、研究プロジェクトの研究成果内でも、比較的重要な論文が調査対象論文として抽出されている可能性がある。

図表 1-11 世界全体における調査対象論文の重要度



注 1: 調査対象論文と同時期(調査対象論文の出版前後1年)に公表された、調査対象論文と同じ研究領域における世界全体の研究成果の中で、調査対象論文はその重要度においてどのような位置を占めているかについての自己評価。
 注 2: 全分野についての集計結果。

図表 1-12 研究プロジェクトの研究成果内における調査対象論文の重要度



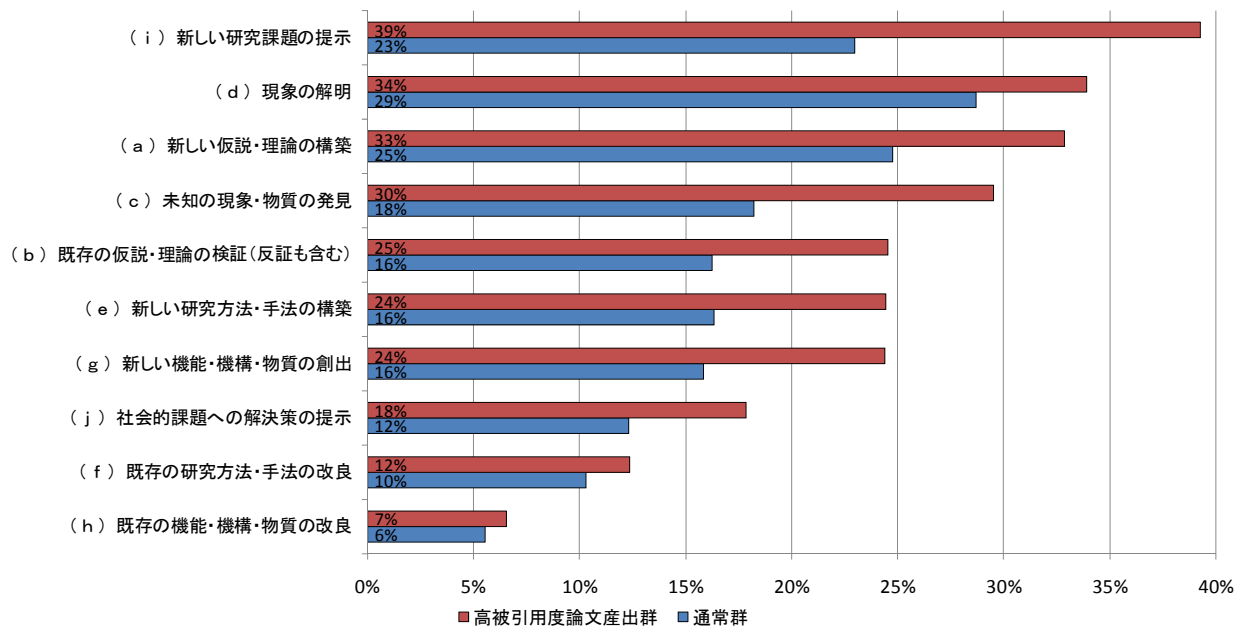
注 1: 研究プロジェクトの研究成果において、調査対象論文はどのような位置を占めているかについての自己評価。
 注 2: 研究成果がプロジェクトの目的であったか、なかったかは関係無く、結果としての重要度を評価。
 注 3: 全分野についての集計結果。

3-3 調査対象論文の研究成果の類型

調査対象論文の研究成果の内容について尋ねた結果を図表 1-13 に示す。全ての項目において高被引用度論文産出群の方が、非常に当てはまるの回答比率が大きい。特に、高被引用度論文産出群では「新しい研究課題の提示」を非常に当てはまるとした比率が最も大きい。この項目については、通常群との比率の差も15%を超えている。

新しい研究課題の提示とは、研究者コミュニティに新たな研究課題を与えることであり、研究課題によっては最終的には新しい研究領域の萌芽にもつながるであろう。すなわち、高被引用度論文の成果とは、既存研究よりも新規性が高く、新たな研究領域を切り開くようなものであるとの研究者の認識がこの結果に表れていると考えられる。

図表 1-13 調査対象論文の研究成果の類型



注1: 5段階のリッカート尺度(全く当てはまらない～非常に当てはまる)で、「非常に当てはまる」の回答比率を示している。

注2: 全分野についての集計結果。

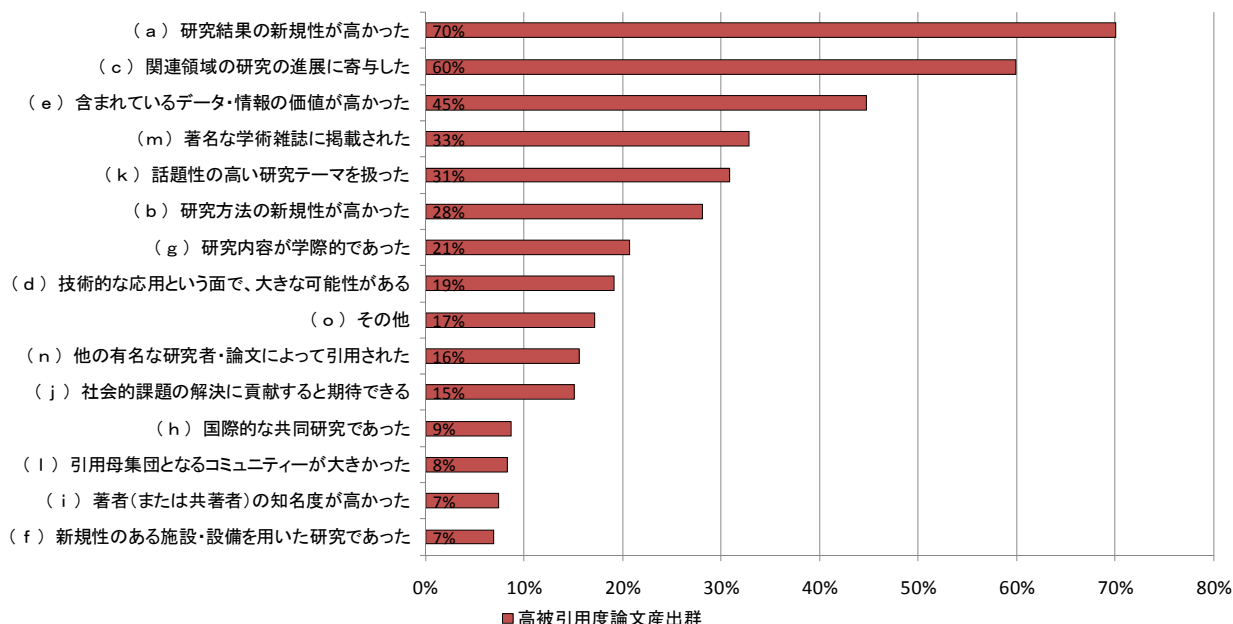
3-4 被引用度に影響を及ぼす要因

高被引用度論文産出群に対しては、質問票調査の最後で、調査対象論文が高い被引用度を得た理由を、調査対象論文の著者の立場から評価してもらった。以下に結果を示す。

高被引用度論文産出群は、自らの論文の被引用度に影響を及ぼした要因として、(a)研究結果の新規性が高かった、(c)関連領域の研究の進展に寄与した、(e)含まれているデータ・情報の価値が高かったを挙げている。上位3項目は研究成果の内容にかかわるものであるが、(m)著名な学術雑誌に掲載されたを要因とする回答が4番目に挙げられている。

一方で、(f)新規性のある施設・設備を用いた研究であった、(i)著者(または共著者)の知名度が高かった、(l)引用母集団となるコミュニティが大きかった、(h)国際的な共同研究であったについては、強く影響したとの回答比率が10%未満であった。計量書誌学による分析では、国際共著論文は日本人だけの研究論文よりも多くの引用を受ける傾向にあることが示されており¹、研究者の考えと相違があるようすがわかる。

図表 1-14 被引用度に影響を及ぼす要因



注1: 5段階のリッカート尺度(全く影響しない～強く影響した)で、「強く影響した」の回答比率を示している。
 注2: 全分野についての集計結果。

¹ 阪 彩香、桑原 輝隆、「世界の研究活動の動的変化とそれを踏まえた我が国の科学研究のベンチマーキング」、2008年9月、文部科学省科学技術政策研究所 調査資料-158

4 研究プロジェクトの動機と研究の不確実性

<重要な発見事実>

- 研究プロジェクトには、1)基礎原理の追求、2)現実の具体的な問題解決という 2 つの基本的な動機がある。これらの動機を「非常に重要であった」とする割合は、多くの分野で通常群と比べて高被引用度論文産出群において高かった。その差は特に、1)基礎原理の追求で大きかった。
- 両方の動機を非常に重要とする論文は高被引用度論文産出群の 14%を占めており、「パスツールの象限」にあてはまる研究プロジェクトが一定割合存在することが確認された。
- 研究プロジェクトの動機付けには分野依存性が見られる。高被引用度論文産出群に注目すると、物理学&宇宙科学、基礎生物学、化学、農業科学&植物・動物学で、「基礎原理の追求」が研究プロジェクトの動機として、非常に重要であったという回答比率が多い。一方、「現実の具体的な問題解決」については、工学、臨床医学&精神医学/心理学、材料科学で、非常に重要な動機であったとの回答比率が多い。
- 研究は不確実な過程であり、計画通りの研究過程で予想通りの結果が得られるのは少数である。調査対象論文の主たる成果が得られた過程が「計画通り」で、主たる研究成果の内容も「予想通り」という回答は、高被引用度論文産出群で 11%、通常群で 18%と僅かであった。
- 特に、高被引用度論文には、かなりの比率(32%)で、研究者の予想を大きく上回るような研究成果が含まれているとされた。しかもこの値は、通常論文の 14%に比べて顕著に大きい。研究の過程自体が当初の計画と全く異なる事例も少なからず存在する。更に、各分野の 5 割を超える調査対象論文において、そこで述べられている研究成果は当初提起していなかった研究課題に回答を見出すこと(セレンディピティ)につながったとされた。

4-1 研究プロジェクトの動機

研究プロジェクトを開始した直接の動機として、1)基礎原理の追求、2)現実の具体的な問題解決、という2つの基本的な動機が、それぞれどの程度に重要かについて尋ねた結果を図表 1-15と図表 1-16に示す。

「基礎原理の追求」と「現実の具体的な問題解決」は、ストークス¹が基礎から応用という一次元的な研究の分類を克服するために、導入した概念である。本調査では、OECD のフラスカティマニュアルも参照して以下のように定義した。

基礎原理の追求	自然現象や観測事実の根幹をなす原理について、新しい知識を得る事
現実の具体的な問題解決	産業への応用などのため、実用上の具体的問題を解決する事

図表 1-15 に示すように、高被引用度論文産出群では、1)基礎原理の追求、2)現実の具体的な問題解決を「非常に重要であった」とした割合が、それぞれ62%と29%であり、いずれの動機でも通常群よりも高かった(通常群では、それぞれ 46%と 24%)。また、両方の動機が非常に重要であるとの回答が、高被引用度論文産出群の 14%、通常群の 8%で見られた。この事実は、研究プロジェクトが、「基礎原理の追求」から「現実の具体的な問題解決」に直線的に並ぶのではなく、「パスツールの象限」が科学研究の形態として一定の重みを持つことを示唆している²。

それぞれの動機の重要度には分野依存性が見られる。高被引用度論文産出群に注目すると、物理学&宇宙科学、基礎生物学、化学、農業科学&植物・動物学で、「基礎原理の追求」が研究プロジェクトの動機として、非常に重要であったという回答が 60%を超えている。一方、「現実の具体的な問題解決」については、工学、臨床医学&精神医学/心理学、材料科学で、非常に重要な動機であったとの回答が 40%を超えた。

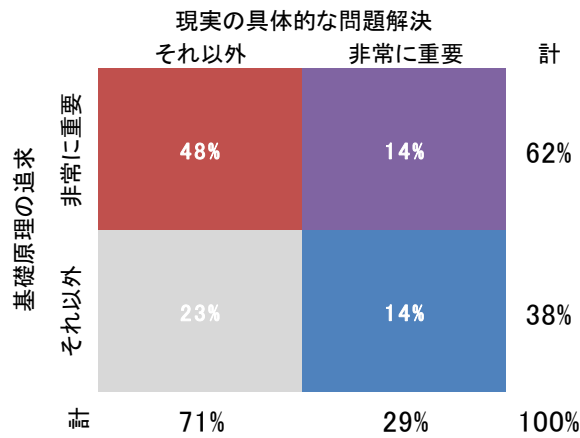
基礎原理の追求が重要な動機とされた比率は、多くの分野で、通常群より高被引用度論文産出群において高くなっている。

¹ Stokes, Donald, 1997, *Pasteur's Quadrant*, Brooking Institution

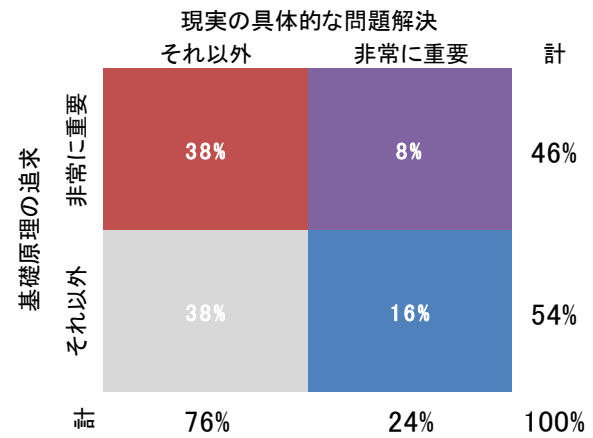
² 研究の分類の結果、ボーア、パスツール、エジソンのいずれにも当てはまらない割合(つまり基礎原理の追求も現実の具体的な問題解決も「非常に重要な」動機ではなかった研究)が、高被引用度論文産出群で23%、通常群で38%存在している。これらの研究プロジェクトがどのような特徴を持つのかについては、研究成果の類型などとのクロス分析を行う事で明らかにしていく予定である。

図表 1-15 ストークスに従った研究の分類

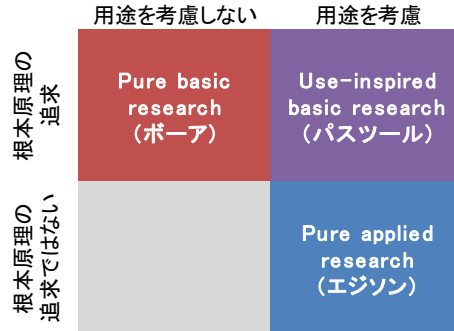
(a)高被引用度論文産出群の動機の頻度



(b)通常群の動機の頻度



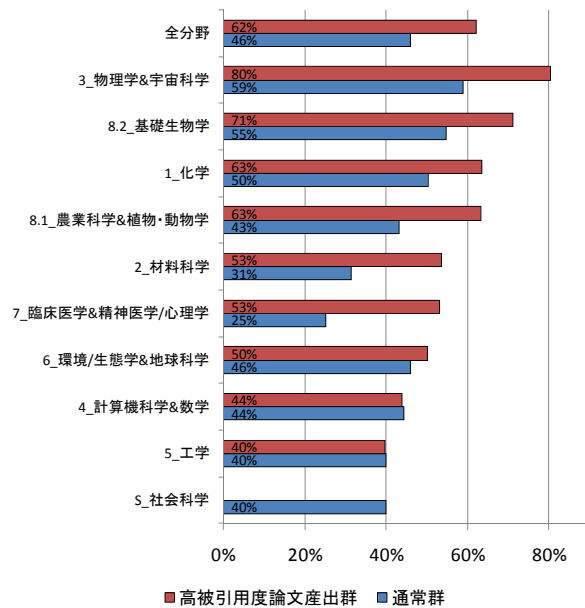
参考) ストークスによる研究の分類



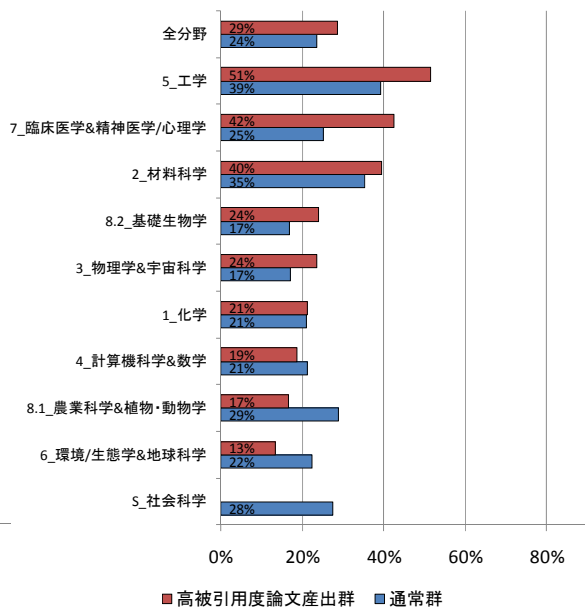
注1: 全分野についての集計結果。

図表 1-16 研究プロジェクトを開始した直接の動機(「非常に重要であった」の回答比率)

(a) 基礎原理の追求



(b) 現実の具体的な問題解決



注1: 5段階のリッカート尺度(全く重要で無かった~非常に重要であった)で、「非常に重要であった」の回答比率を示している。

注2: 社会科学の高被引用度論文産出群については回答数が少ないので結果を示していない。

4-2 研究過程と研究成果の事前の不確実性

調査対象論文の主たる成果が得られた過程が「計画通り」で、主たる研究成果の内容も「予想通り」という回答は、全分野でみると高被引用度論文産出群で11%、通常群で18%と僅かであった。図表 1-17は調査対象論文の主たる研究成果が得られる過程や主たる研究成果の内容の不確実性の程度について、それぞれ分野別に集計した結果を示している。

調査対象論文の主たる研究成果が得られた過程が「計画と全く異なる」という回答は、全分野でみると高被引用度論文産出群で6.4%、通常群で4.4%存在し、前者の方が大きい。特に、材料科学の高被引用度論文産出群では、14%で研究過程が「計画と全く異なる」とされた。

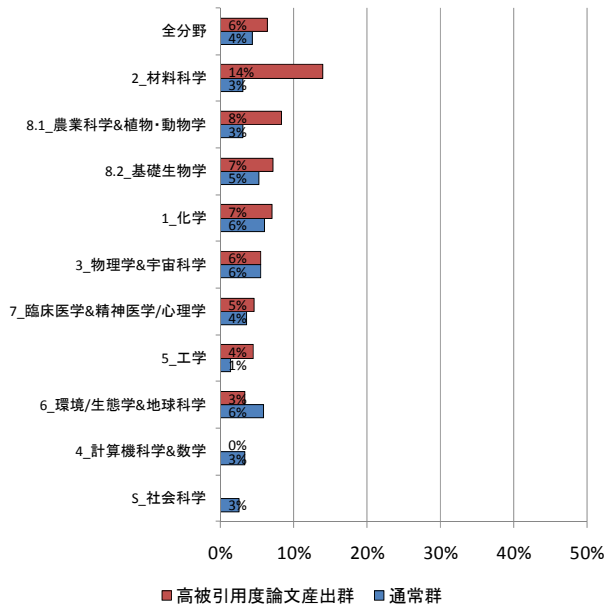
主たる研究成果の内容については、「予想を大きく上回る」という回答が一定比率存在している。特に高被引用度論文産出群においてその比率が高い点の特徴である。計算機科学&数学、環境/生態学&地球科学、社会科学を除く全ての分野で、高被引用度論文産出群における「予想を大きく上回る」の回答比率が、通常群の1.5倍以上となっている。

高被引用度論文には、無視できない比率(全分野で約3割)で、研究者の予想を大きく上回るような研究成果が含まれていることがわかる。

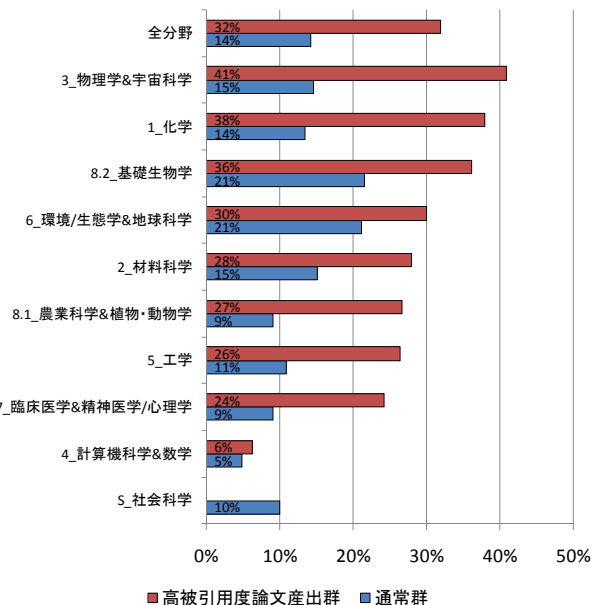
なお、分野別でみると、計算機科学&数学は他の分野と比べて、主たる研究成果の内容が「予想を大きく上回る」という回答比率が小さい。これは、数学や計算機科学の分野としての特色が出ていると考えられる。

図表 1-17 研究過程や研究成果の不確実性

(a) 主たる成果が得られた過程
「計画と全く異なる」の回答比率



(b) 主たる研究成果の内容
「予想を大きく上回る」の回答比率



注1: 5段階のリッカート尺度で、「計画と全く異なる(研究過程)」と「予想を大きく上回る(研究成果の内容)」の回答比率を示している。

注2: 社会科学の高被引用度論文産出群については回答数が少ないので結果を示していない。

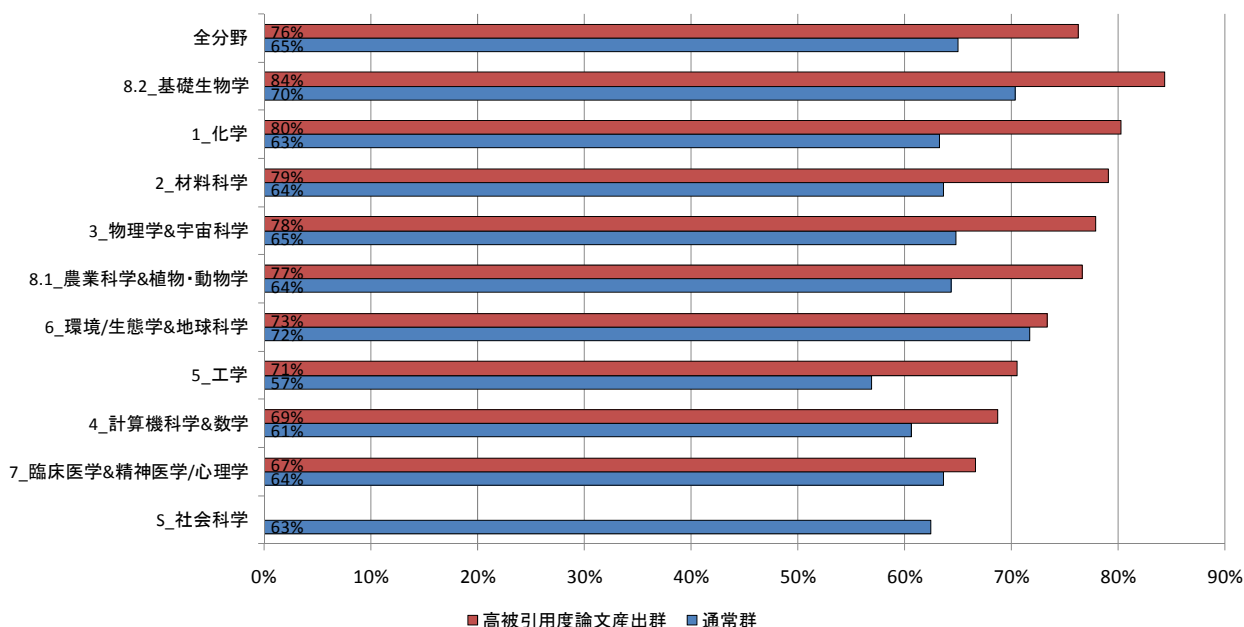
4-3 セレンディピティ

本調査では、調査対象論文に述べられている研究成果のうち、どの程度がセレンディピティにつながったかについても尋ねた。セレンディピティの定義はポーラ・ステファン¹によった。ポーラ・ステファン¹によるセレンディピティの定義は、「研究成果が当初提起していなかった研究課題に回答を見出すこと」である。

図表 1-18 に結果を示す。我々の予想に反して、各分野の 5 割を超える調査対象論文において、そこで述べられている研究成果は、当初提起していなかった研究課題に回答を見出すこと(セレンディピティ)につながったとされた。

この結果の一つの解釈として、回答者が研究プロジェクトを通じて得られる副産物を念頭に入れて、本質問に回答した可能性があげられる。この質問では、「研究成果は当初提起していなかった研究課題に回答を見出すこと(セレンディピティ)につながりましたか。」という形で、セレンディピティの有無を尋ねている。ここでは、セレンディピティの対象を主要な研究成果に限っていないので、研究プロジェクトを通じて得られた小さな副産物についてもセレンディピティとして解釈できる。このため、非常に高い比率で、研究プロジェクトがセレンディピティにつながったとの回答が得られた可能性がある。

図表 1-18 セレンディピティの有無



注 1: 「はい」「いいえ」の二者択一の質問で、「はい」の回答の比率を示している。

注 2: 社会科学の高被引用度論文産出群については回答数が少ないので結果を示していない。

¹ Stephan, Paula, 2010, “The Economics of Science,” in *Handbook of Economics of Innovation* (edited by B. H. Hall and N. Rosenberg), Elsevier

5 研究競争

<重要な発見事実>

- 科学研究はプライオリティーを巡る競争的な過程とマートンによって特徴付けられたが、競争メカニズムが機能するには、研究者が事前に競争を認識し、またそれによって規律付けされる必要がある。
- 大半の研究者が事前に競争の有無と程度を認識している(海外の競争相手を不明としたのは、高被引用論文産出群で6.2%、通常群で13%)。
- 競争相手となり得るチームが海外にも存在しなかった場合は少数であり、認識されている競争チームの数は国内より海外が多い。国内に競争相手がいない場合が約40%存在するが、海外にも競争相手が存在しない場合は高被引用度論文産出群では8.7%、通常群でも15%しかない。
- 高被引用度論文産出群の53%、通常群の31%で、競争相手に研究を先行されることに危機感を感じていた。競争相手に研究を先行されることを大変に心配したとの割合は、高被引用度論文産出群で著しく大きい(高被引用度論文産出群で18%、通常群で6.1%)。

科学研究はプライオリティーを巡る競争的な過程とマートンによって特徴付けられたが¹、競争メカニズムが機能するには、研究者が事前に競争を認識し、またそれによって規律付けされる必要がある。本調査では、研究者が競争相手として認識していた競争チーム数(研究プロジェクトを開始した際の認識)を尋ねると共に、プライオリティーの喪失をどの程度危惧していたかを尋ねた。

図表 1-19 に示すように、「不明であった」との選択肢があるにもかかわらず、競争相手となり得るチームが居なかった場合も含めて、大半の研究者が競争相手となるチーム数を回答した。図表 1-19 に見るように、海外の競争について不明としたのは高被引用論文産出群で6.2%、通常群で13%のみであった。また、海外に認識されている競争チームが存在しなかった場合は高被引用度論文産出群で8.7%、通常群で15%しかない。競争相手の数は国内より海外が多い。国内では競争相手がいない事例が高被引用度論文産出群でも通常群でも約40%存在する(高被引用度論文産出群で36%、通常群で37%)。5チーム以上の競争相手が海外に存在する場合は、高被引用度論文産出群では36%、通常群では25%存在する。

図表 1-19 事前(研究プロジェクト開始時点)に競争相手として認識されていた競争チーム数の分布

	競争相手となり得るチームはなかった	1チーム	2から5チーム	5から10チーム	11チーム以上	不明であった
日本国内						
高被引用度論文産出群	36.2%	14.5%	36.0%	4.8%	3.0%	5.5%
通常群	37.1%	12.7%	33.8%	4.6%	1.5%	10.2%
海外						
高被引用度論文産出群	8.7%	6.2%	43.1%	22.4%	13.4%	6.2%
通常群	15.1%	6.5%	40.3%	16.7%	8.6%	12.8%

注1: 研究プロジェクト開始時点の認識に基づく。

注2: 全分野についての集計結果。

¹ Merton, R.K. (1973). The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations. University of Chicago Press, Chicago, IL.

高被引用度論文産出群においても、海外に競争相手となり得るチームはなかったという回答が 8.7% 存在した。分野別にみると環境/生態学&地球科学において、この比率が 23%となっている。環境/生態学&地球科学の高被引用度論文では国際共著率が 73%(回答が得られた論文 30 件における値)と非常に高い。また別の研究から、環境の研究領域に大きな前進をもたらすためには国際協調によるデータの収集(世界的な観測網の整備、国ごとの作業分担など)が有効であるとの研究者の認識が示されている¹。一部の分野においては競争ではなく、協調を通じて研究が進展しているため、競争相手となり得るチームはなかったという回答も一定割合存在すると考えられる。

図表 1-20 には、分野別に、海外の競争相手となり得る研究チーム数が5チームを超える比率と、研究者が競争相手に研究を先行されることを心配した割合を示している。分野ごとに異なるが、特に、材料科学、化学、工学の高被引用度論文産出群では競争相手が多い。化学や材料科学は国単位の論文分析において、日本の論文シェアが比較的高い分野である。また、これらの分野は中国などアジア諸国の論文シェアが高い分野でもあり、欧米に加えてアジアとも競争を行っている可能性が考えられる。また、大半の分野で(環境/生態学&地球科学および農業科学&植物・動物学以外)では通常群より高被引用度論文産出群で海外の競争者数が明らかに多い。

全分野をみると、高被引用度論文産出群の 53%、通常群の 31%で、競争相手に研究を先行されることに危機感を感じていた。競争相手に研究を先行されることを大変に心配したとの割合は、高被引用度論文産出群で著しく大きい(高被引用度論文産出群で 18%、通常群で 6.1%)。

図表 1-20 事前に認識された海外の競争相手の数とプライオリティー喪失への懸念

	海外の潜在的に競争相手となり得る研究チーム数が5チームを超える割合		競争相手に研究を先行されることを大変に心配した割合		競争相手に研究を先行されることを心配した割合	
	高被引用度論文産出群	通常群	高被引用度論文産出群	通常群	高被引用度論文産出群	通常群
全分野	35.9%	25.3%	17.7%	6.1%	35.5%	25.3%
1_化学	47.9%	28.0%	22.5%	4.3%	32.4%	21.0%
2_材料科学	55.8%	34.3%	16.3%	6.1%	44.2%	17.2%
3_物理学&宇宙科学	32.3%	23.3%	22.0%	5.1%	34.6%	29.2%
4_計算機科学&数学	37.5%	34.4%	6.3%	8.2%	18.8%	21.3%
5_工学	42.6%	27.5%	13.2%	2.2%	36.8%	18.8%
6_環境/生態学&地球科学	20.0%	22.4%	0.0%	4.7%	20.0%	20.0%
7_臨床医学&精神医学/心理学	30.3%	22.7%	22.7%	5.6%	33.3%	23.2%
8.1_農業科学&植物・動物学	20.0%	19.7%	15.0%	6.8%	38.3%	27.3%
8.2_基礎生物学	36.1%	25.5%	18.1%	10.3%	43.4%	33.0%
S_社会科学	-	17.5%	-	0.0%	-	22.5%

注 1: 「競争相手に研究を先行されることを大変に心配した割合」等は、5段階のリッカート尺度で評価している。

注 2: 社会科学の高被引用度論文産出群については回答数が少ないので結果を示していない。

¹ 阪 彩香、伊神 正貫、桑原 輝隆、2010、「サイエンスマップ 2008」、文部科学省科学技術政策研究所 NISTEP REPORT No.139、2010年5月。

6 研究マネジメント

<重要な発見事実>

- 研究者は、科学文献を主な知識源として用いつつ、コンファレンス・ワークショップ・学会への参加、機関の同僚、機関への客員研究員・ポストドクター、過去の共同研究者との対話を通じて、研究プロジェクトへの着想を得ている。また、これに加えて、高被引用度論文産出群においては新しい実験設備や実験施設、スキルの異なる研究者も、研究プロジェクトへの着想を生み出す上の知識源となっている。
- 重要あるいは非常に重要な知識源の地理的な所在地を見ると、産学連携の相手、機関(大学、研究所等)の同僚、異分野の研究者など、ヒトを知識源とする項目については、日本を最も重要とする比率が大きい。一方、科学文献、新しいデータベース、コンファレンス・学会などについては、日本を最も重要な知識源とする比率が小さい。特に、研究者が知識源として最も重要とした科学文献については日本を重要とする比率は10%程度に留まっている。
- 人材の多様性の高い研究チーム(スキルの多様性、分野の多様性、若い研究者の参加)の形成、科学の進歩の方向を見据えることと共に野心的な研究目標の設定、新分野開拓のための研究者コミュニティの確立が、通常群と比して高被引用度論文産出群において高い割合で実施されている。
- また、社会の進む方向を見据えた目標設定、プロジェクトの進捗にあわせた目標の柔軟な変更は、高被引用度論文産出群と通常群の両方で、同じような割合で実施されているが、高被引用度論文産出群においてより高い割合で成果を生み出すことへの貢献があったとされている。
- 先端的施設等の研究成果への貢献をみると、研究チーム保有の最先端の実験設備・施設、外部の最先端実験設備・施設(加速器、スーパーコンピュータ、望遠鏡など)、インターネットを通じた遠隔地の研究者の参加については、高被引用度論文産出群と通常群のいずれでも「非常に効果的であった」との回答が40%を超えている。特に、外部の最先端実験設備・施設については、研究プロジェクトにおける利用の比率は限定的だが、研究成果への貢献は非常に大きい。新しい実験設備や実験施設については、高被引用度論文産出群において研究プロジェクトを着想する上での知識源としても重要と考えられている。
- 後述するように、高被引用度論文産出群では通常群と比べて研究プロジェクトの規模が大きく、その結果として多様性の高い研究チームの形成をする、また良い研究成果が生まれたために新分野開拓のための研究者コミュニティの設立が可能となるなどの可能性もあり、研究のマネジメントとその成果との因果関係をより明確化するには、更に構造的な分析を行う必要がある。

6-1 研究プロジェクトへの着想を得るのに用いた外部知識源

研究者は研究プロジェクトへの着想を得るのに、どのような知識源を用いているのか。ここでは、外部の知識源として 16 項目を示し、それぞれが研究プロジェクトの着想の際にどの程度重要であったかを質問した。その他を除いた 15 項目は大きく分類すると、出版物、会合や施設・設備、内部の協力者、外部の協力者、分野やスキルの多様性と分類することが出来る。ここでは、利用の有無と利用した場合にはその重要度に関する 5 段階のリッカート尺度(使わなかった、全く重要でなかった～非常に重要であった)で、「非常に重要であった」の回答比率を示している。

図表 1-21(a)に結果を示す。非常に重要であったとされた比率が最も高かったのは、(a)科学文献(論文雑誌等に掲載されたもの)であった。これに加えて、(b)科学文献(ウェブ等、(a)より速報性の高いもの)、(e)コンファレンス・ワークショップ・学会、(i)機関(大学、研究所等)の同僚、(j)機関への客員研究員、ポストドクター、(k)過去の共同研究者についても、高被引用度論文産出群と通常群のいずれでも非常に重要であったの回答が 10%を超えている。

高被引用度論文産出群では、これに加えて(g)新しい実験設備や実験施設の利用可能性、(o)理論研究に対し実験研究等スキルの異なる研究者についても、非常に重要であったとの回答が 10%を超えている。

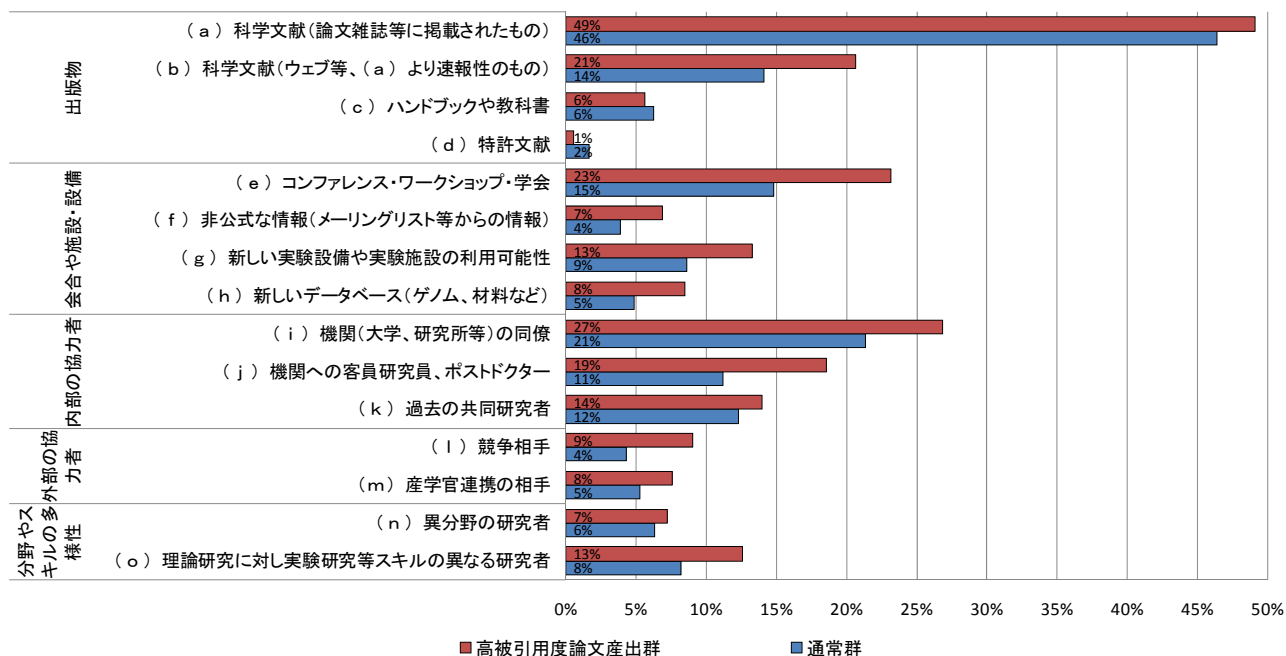
研究者は、科学文献を主な知識源として用いつつ、コンファレンス・ワークショップ・学会への参加、機関の同僚、機関への客員研究員・ポストドクター、過去の共同研究者との対話を通じて、研究プロジェクトへの着想を得ている。また、これに加えて、高被引用度論文産出群においては新しい実験設備や実験施設、スキルの異なる研究者も、研究プロジェクトへの着想を生み出す上の知識源となっている。

それでは、これらの知識源の源泉はどここの国なのか、本調査では回答者が知識源として「重要であった」「非常に重要であった」と回答した項目について、最も鍵となる知識源の地理的な所在地を尋ねている。知識源の所在としては、日本、米国、ドイツ、フランス、英国、その他の EU メンバー国、中国、左記以外の国を提示した。

図表 1-21(b)に日本を最も重要な知識源として挙げた回答の比率を示した。産学連携の相手、機関(大学、研究所等)の同僚、異分野の研究者など、ヒトを知識源とする項目については、日本を最も重要とする比率が大きいことがわかる。一方、科学文献、新しいデータベース、コンファレンス・学会などについては、日本を最も重要な知識源とする比率が小さい。特に、研究者が知識源として最も重要とした科学文献については日本を重要とする比率は 10%程度に留まっている。

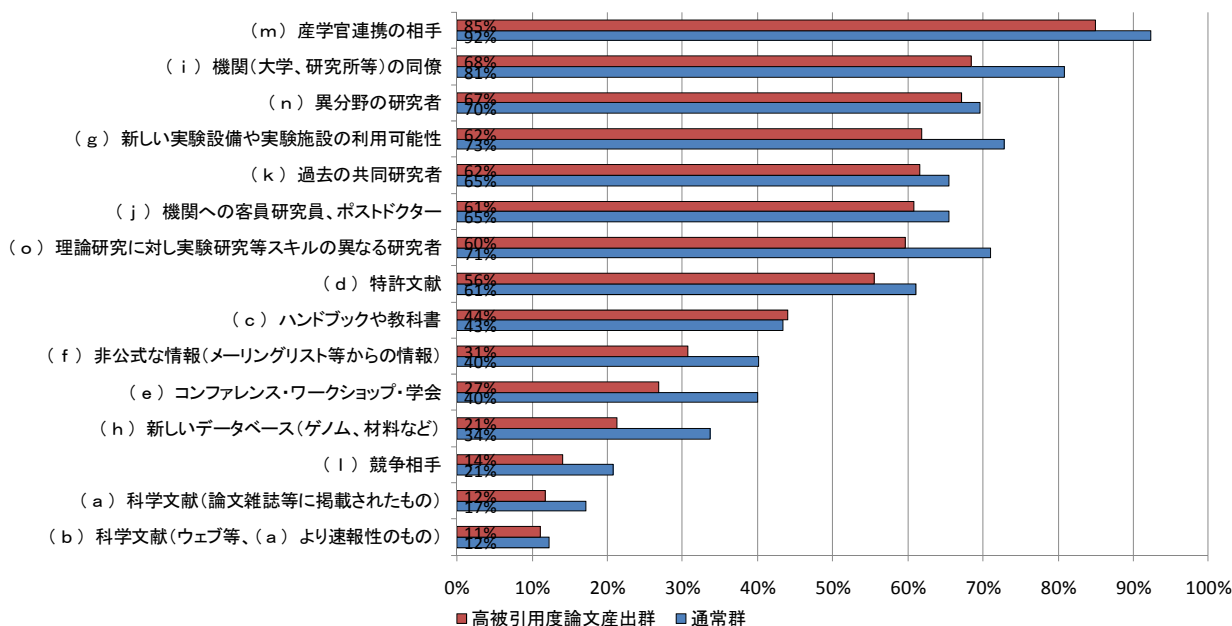
図表 1-21 研究プロジェクトへの着想を得るのに用いた外部知識源

(a) 外部知識源の重要度(非常に重要であったとの回答比率)



注 1: 利用の有無と利用した場合にはその重要度に関する 5 段階のリッカート尺度(使わなかった、全く重要でなかった～非常に重要であった)を尋ねる質問における「非常に重要であった」の回答比率。
 注 2: 全分野についての集計結果。

(b) 日本が最も鍵となる知識源とされた比率(外部知識源として「重要であった」「非常に重要であった」の回答における比率)



注 1: 回答者が、外部知識源として「重要であった」「非常に重要であった」とした項目についての評価。(m)産学連携の相手については、日本を最も鍵となる知識源とする比率が高いが、外部知識源として「重要であった」「非常に重要であった」とされた比率は高被引用度論文群で約 18%である。
 注 2: 最も鍵となる知識源を日本、米国、ドイツ、フランス、英国、その他の EU メンバー国、中国、その他の国から一つ選ぶ質問で、日本を回答した比率。
 注 3: 全分野についての集計結果。

6-2 研究マネジメントの有無とその貢献

一部の研究を除いて研究の主体は個人ではなく、研究チームとなっている。従って、研究チームのマネジメント方法が研究成果に大きな影響を持つであろう。

本調査では、研究マネジメントとして 17 項目に注目し、それらの実施の有無と実施した場合の成果への貢献度について尋ねた。その他を除いた 16 項目は大きく分類すると、目標設定、研究チームの形成、研究チーム内の情報共有、研究成果の蓄積、研究の効率性、研究者コミュニティにかかわるものに分けることができる。

図表 1-22(a)に研究マネジメントの実施状況をまとめた。16 項目の中では、(o)学会発表を通じた情報の共有・研究の評価の実施比率が最も高く 90%を超えている。学会については知識源としても評価が高い。研究者にとって学会は、研究プロジェクトへの着想を得るのに重要な場であることに加え、そこでの発表準備を通じて研究チームやコミュニティ内での情報共有を図り、相互に研究を評価し合う場であることが確認できる。

他の項目に注目すると、(a)研究プロジェクトの野心的な目標設定、(b)科学の進歩の方向性を見据えた目標設定、(d)プロジェクトの進捗に合わせた目標の柔軟な変更、(h)ミーティングを通じたチーム全体での情報共有、(i)研究リーダーとの個別ディスカッション、(j)ラボノートや実験ノートなどへの研究過程の記録、(m)チームで保有している実験設備の継続的な改善については、高被引用度論文産出群と通常群のいずれも実施比率が 50%を超えている。

これに加えて、(e)理論と実験等多様なスキルを持つチームの結成、(g)ポストドクターなど若い研究者の参加については、高被引用度論文産出群において実施比率が 50%を超えている。

研究マネジメントの実施状況について、高被引用度論文産出群と通常群の差を示したのが図表 1-22(a)の右図である。実施比率の差が最も大きいのは、(g)ポストドクターなど若い研究者の参加であり、実施比率の差は 17%を超えている。また、研究チームに関する全ての項目で、高被引用度論文産出群における実施比率が、通常群より 10%高くなっている。目標設定においても、(a)研究プロジェクトの野心的な目標設定と(b)科学の進歩の方向を見据えた目標設定の実施率の差が 10%を超えている。

人材の多様性の高い研究チーム(スキルの多様性、分野の多様性、若い研究者の参加)の形成、科学の進歩の方向を見据えることと共に野心的な研究目標の設定、新分野開拓のための研究者コミュニティの確立が、高被引用度論文産出群において、通常群と比べて高い比率で実施されていることがわかる。新しい研究領域では、知識創造をもたらすネットワーク外部性を強化することが重要であり、そのためにはパイオニア的な研究者が研究者コミュニティの確立に自ら努力することが、自らの研究成果を高める上でも重要となることを示唆している。

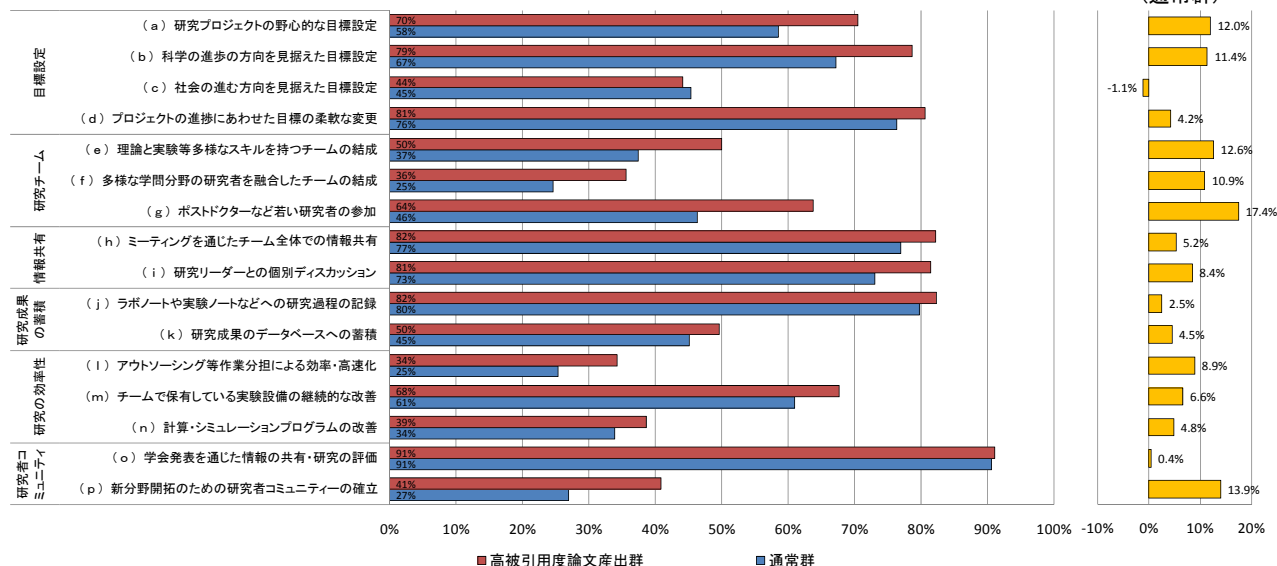
研究マネジメントの取り組みは、研究プロジェクトの成果を生み出すことに貢献したのか。研究プロジェクトで各項目を実施したと回答した回答者に、その貢献度を尋ねた結果を図表 1-22(b)に示した。ここでは、5 段階のリッカート尺度(全く有効でなかった～非常に有効であった)で、「非常に有効であった」の回答比率を示している。

(f)多様な学問分野の研究者を融合したチームの結成、(g)ポストドクターなど若い研究者の参加、(h)ミーティングを通じたチーム全体での情報共有、(i)研究リーダーとの個別ディスカッションについては、高被引用度論文産出群と通常群のいずれでも 40%以上の回答者が有効であったと回答した。

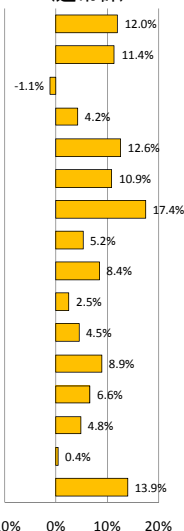
これに加えて、高被引用度論文産出群とそれ以外で差が大きいのは、(a)研究プロジェクトの野心的な目標設定、(d)プロジェクトの進捗に合わせた目標の柔軟な変更、(h)ミーティングを通じたチーム全体での情報共有に加えて、(e)理論と実験等多様なスキルを持つチームの結成、(b)科学の進歩の方向を見据えた目標設定、(c)社会の進む方向を見据えた目標設定などであり、目標設定にかかる経営の効果が大きく異なる。

図表 1-22 研究マネジメントの状況

(a) 研究マネジメントの実施状況(実施したとの回答比率)

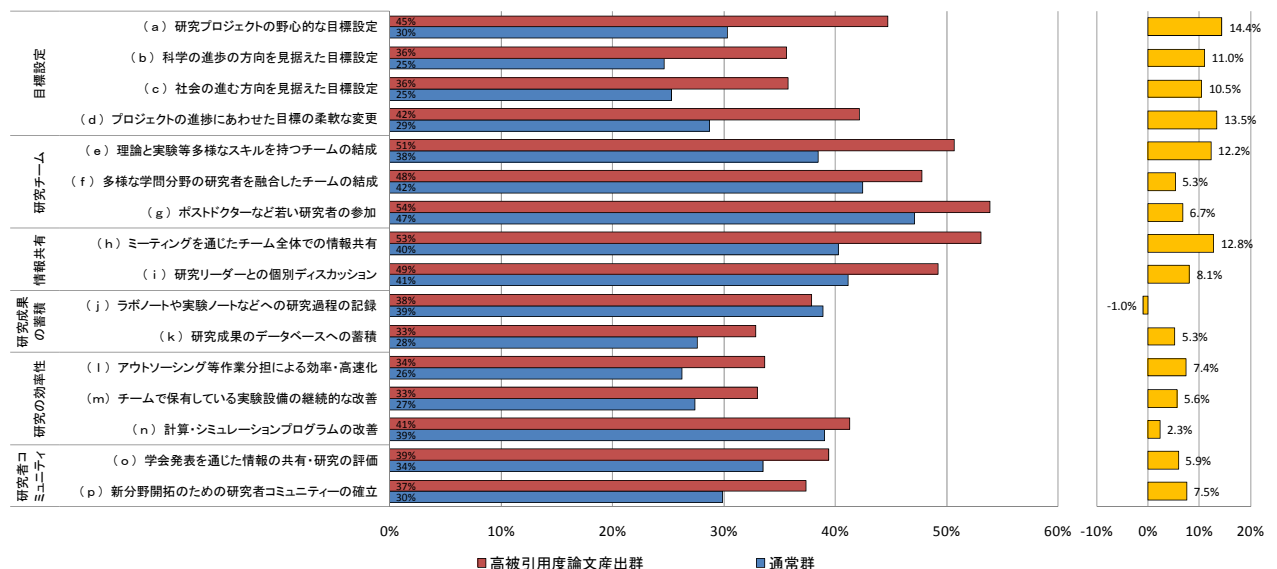


(高被引用度論文群)
一 (通常群)

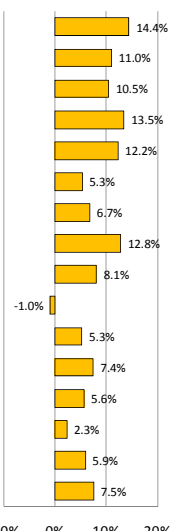


注 1: 研究プロジェクトで実施したか、しないかという二者択一の質問で、「実施した」の回答の比率を示している。
注 2: 全分野についての集計結果。

(b) 研究プロジェクトの成果を生み出すことに貢献(非常に貢献したとの回答比率)



(高被引用度論文群)
一 (通常群)



注 1: 5段階のリッカート尺度(全く有効でなかった～非常に有効であった)で、「非常に有効であった」の回答比率を示している。
注 2: 全分野についての集計結果。

図表 1-23 研究マネジメントの実施の比率と成果を生み出すことの貢献のクロス



注1: 高被引用度論文産出群と通常群の差に基づく。

注2: 横軸については「実施した」の差が平均以上かそれ以外かで分類。縦軸については「非常に重要であった」の差が平均以上かそれ以外かで分類。

研究マネジメントの実施の比率と成果を生み出すことの貢献のクロス(高被引用度論文産出群と通常群の差に基づく)を示す。横軸については「実施した」の差が平均以上かそれ以外かで分類し、縦軸については「非常に貢献した」の差が平均以上かそれ以外かで分類した。

これをみると、(a) 研究プロジェクトの野心的な目標設定、(b) 科学の進歩の方向を見据えた目標設定、(e) 理論と実験等多様なスキルを持つチームの結成、(i) 研究リーダーとの個別ディスカッション、(p) 新分野開拓のための研究者コミュニティの確立については、高被引用度論文産出群において実施比率が高く、かつ成果を生み出すことへの貢献の差も大きい。

一方、(c) 社会の進む方向を見据えた目標設定、(d) プロジェクトの進捗にあわせた目標の柔軟な変更、(h) ミーティングを通じたチーム全体での情報共有については、実施比率の差は小さいが、成果を生み出すことへの貢献の差は高い。更に、(f) 多様な学問分野の研究者を融合したチームの結成、(g) ポストドクターなど若い研究者の参加、(l) アウトソーシング等作業分担による効率・高速化では、貢献度の差は小さいが、実施率の差が大きい。

研究チームや研究のインプットの章でみるように、高被引用度論文産出群の研究プロジェクトは、通常群と比べて大きな研究プロジェクトであり、その結果として多様性の高い研究チームの形成などが出来る、また良い研究成果が生まれたために新分野開拓のための研究者コミュニティの設立が可能となるなどの可能性もあり、研究のマネジメントとその成果との因果関係をより明確化するには、更に構造的な分析を行う必要がある。

6-3 先端的施設等の利用状況

走査型トンネル顕微鏡の登場による表面物理学の進展、ゲノムシーケンス技術の進展によるゲノム研究の加速度的な発展など科学研究の進展において実験設備や施設の果たす役割は大きい。研究プロジェクトにおいて、どの程度、先端的施設等が利用され、それらの成果への貢献はどの程度なのであろうか。

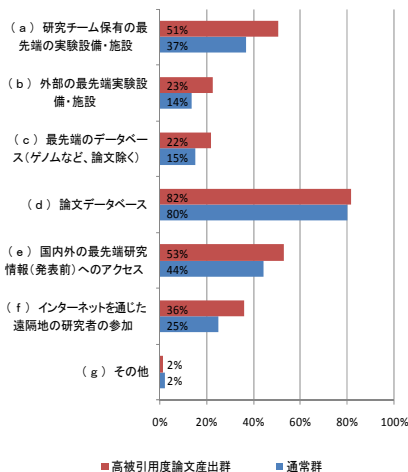
本調査では図表 1-24 に示した 6 項目についてその利用状況と、研究成果への貢献を尋ねた。6 項目のうち、最も利用比率が高いのが(d)論文データベースであり 80%以上で利用されている。高被引用度論文産出群と通常群の違いに注目すると、いずれの項目でも高被引用度論文産出群において使用比率が高い傾向にある。

次に先端的施設等の研究成果への貢献をみると、(a)研究チーム保有の最先端の実験設備・施設、(b)外部の最先端実験設備・施設(加速器、スーパーコンピュータ、望遠鏡など)、(f)インターネットを通じた遠隔地の研究者の参加については、高被引用度論文産出群と通常群のいずれでも「非常に効果的であった」との回答が 40%を超えている。

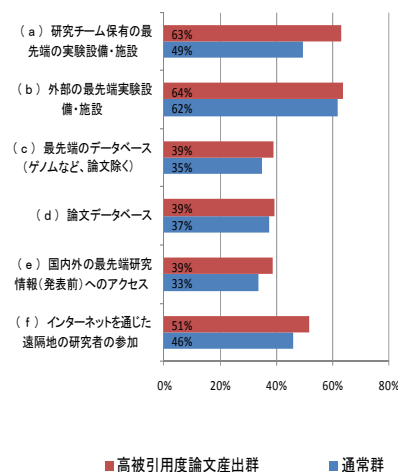
特に、(b)外部の最先端実験設備・施設については、研究プロジェクトにおける利用の比率は限定的であるが(高被引用度論文産出群で 23%、通常群で 14%)、利用した場合には研究成果への貢献は非常に大きいことがわかる。

図表 1-24 先端的施設等の利用状況の研究成果への貢献

(a) 先端的施設等の利用の有無



(b) 先端的施設等の研究成果への貢献



注 1: (a)研究プロジェクトで利用したか、しないかという二者択一の質問で、「利用した」の回答の比率を示している。(b)5 段階のリッカート尺度(全く効果的でなかった～非常に効果的であった)で、「非常に効果的であった」の回答比率を示している。

注 2: 全分野についての集計結果。

7 研究チーム

<重要な発見事実>

- 回答が得られた約 2,100 件の調査対象論文における単独著者の割合は、高被引用度論文産出群で 3.0%、通常群で 6.9%である。研究は個人ではなく、チームで行われており、重要な研究成果をもたらす研究ほどその傾向が強い。著者の中央値と平均値は、高被引用度論文産出群でそれぞれ 6 名と 10 名、通常群で 4 名と 5 名である。
- 著者ではないが実質的に研究に参加した研究協力者、大学院生等も多数いることが明らかになった。また、研究試料提供、研究用の施設や設備の開発・提供、研究用プログラムや DB 開発・提供、更には資金提供のみでも著者とされていることが往々にしてあることも明らかとなり、これは、研究の効果的な遂行には多様なインプットが不可欠となっていることを示唆している。
- 研究チームは専門分野、生誕国、専門スキルなどで多様な人材を融合したものになっている。複数の専門分野を組み合わせた著者構成(例えば分子生物学・遺伝学とコンピュータサイエンス)である場合が、高被引用度論文産出群で 48%、通常群で 40%存在し、外国が生誕国である研究者を含んでいる場合が高被引用度論文産出群で 48%、通常群で 31%存在する。
- 理論と実験・観察のように複数の専門スキル、大学と企業の共同研究のように複数の部門の研究者を組み合わせている割合も、高被引用度論文産出群でそれぞれ 31%と 41%、通常群で 28%と 31%である。このように高被引用度論文産出群の方が人材の多様性は高い傾向にある。
- 大学等において、論文著者となっている研究者の中で最も比率が高いのは教授クラスの教員(約 4 割)であり、それに准教授クラス(約 17%)、講師・助教クラス(高被引用度論文産出群で 13%、通常群で 14%)が続く。ポストドクター、大学院生、学部生の比率は高被引用度論文産出群では 28%、通常群で 25%を占める。
- 著者の配列が「調査対象論文への貢献の順番」とされた論文における筆頭著者に注目すると、著者全体と比べて、大学院生(博士課程後期)とポストドクターの関与が大幅に増加する(大学等の高被引用度論文産出群 20%→37%、通常群 15%→29%)。大学院生(博士課程後期)やポストドクターは、研究の担い手として研究チームに大きく関与している。特に生命科学系において大学院生(博士課程後期)とポストドクターの筆頭著者としての関与が大きい(大学等の高被引用度論文産出群で 50%、通常群で 39%)。
- ポストドクターについては高被引用度論文産出群において筆頭著者として関与する比率が通常群より高い(大学等の高被引用度論文産出群で 20%、通常群で 9.3%)。

論文の著者情報について最近の研究¹から、科学研究は個人からチームへ、単一組織から複数組織へ、国内から国際へと移行しつつあることが示されている。また、科学知識のマッピング研究²においては、異なる分野の知識の組み合わせが必要な学際的・分野融合的な研究領域が、科学全般において萌芽しているようすが観測されている。

¹ Jones B. F., S. Wuchy and B. Uzzi, 2008, “Multi-University Research Teams: shifting impact, geography, and stratification in science,” *Science*, Vol. 322, November 21; 阪 彩香、桑原 輝隆、2008、「世界の研究活動の動的変化とそれを踏まえた我が国の科学研究のベンチマーキング」、文部科学省科学技術政策研究所 調査資料-158、2008 年 9 月。

² 阪 彩香、伊神 正貫、桑原 輝隆、2010、「サイエンスマップ 2008」、文部科学省科学技術政策研究所 NISTEP REPORT No.139、2010 年 5 月。

これらの事実から、科学研究においては、研究チームをどのように構成し、どのようにマネジメントするかが、従来にも増して重要になると考えられる。しかしながら、論文データベースから得られる情報のみでは、研究チームがどのような地位の研究者から構成されているのか、誰が主体となって研究を実施しているのか、研究チームの多様性(分野の構成、スキルの構成など)はどのようになっているのかといった、研究者の属性にまで踏み込んだ情報が得られない。更に、著者となっていない研究者も相当程度存在する一方で、資金提供、材料提供のみで著者となっている事例も相当程度ある可能性がある。

そこで、本調査では、調査対象論文の著者について、論文投稿時の地位、所属機関の部門分類、著者の専門分野、専門スキル、生誕国を尋ねることで、研究チームの構成について明らかにした。調査対象論文の著者数が6人以下の場合にはすべての著者について尋ね、著者数が7人以上の場合には、筆頭著者、最終著者、責任著者を優先的に抽出し、残りはそれら以外から無作為抽出した共著者について尋ねた。また、共著者以外の協力研究者数、学生数、技能者数や著者の範囲についても尋ねた。

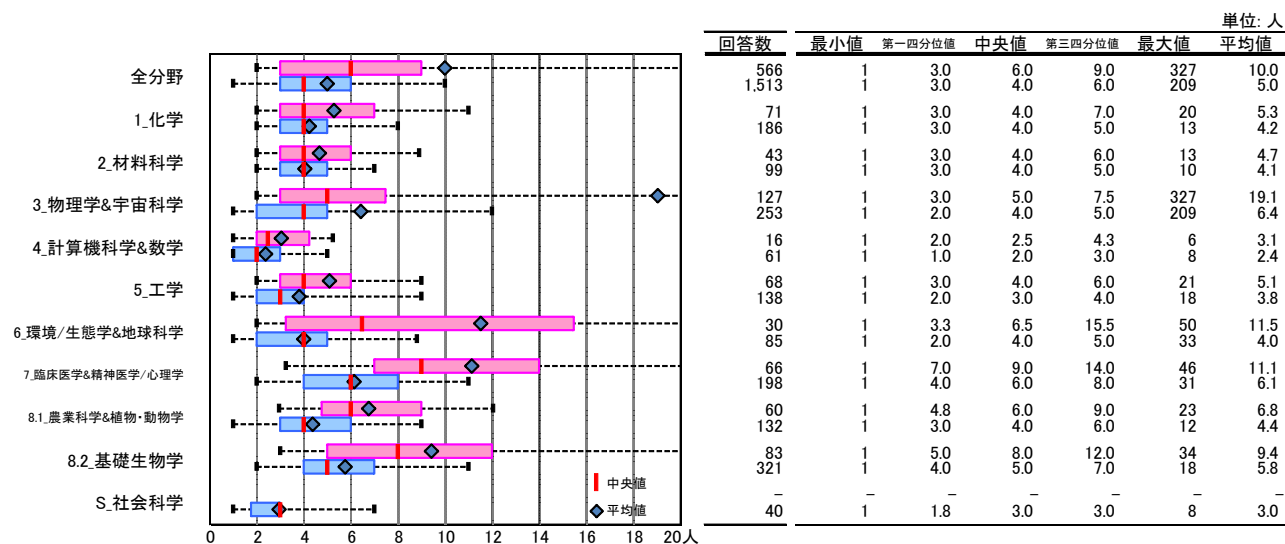
7-1 著者数

回答が得られた約 2,100 件の調査対象論文における単独著者の論文の割合は、高被引用度論文産出群で 3.0%、通常群で 6.9%である。研究は個人ではなく、チームで行われている。著者の中央値と平均値は、高被引用度論文産出群でそれぞれ 6 名と 10 名、通常群で 4 名と 5 名である。

(分野別の状況)

分野別による著者数の分布を図表 1-25 に示す。ここでは赤の箱ひげ図が高被引用度論文産出群、青の箱ひげ図が通常群に対応している。箱の左端が第一四分位値、右端が第三四分位値に対応する。また、線記号は中央値、四角記号は平均値を示す。ひげの左端は5パーセント、右端は95パーセントを示す。

図表 1-25 分野別著者数分布



注1: 赤の箱ひげ図が高被引用度論文産出群、青の箱ひげ図が通常群に対応している。箱の左端が第一四分位値、右端が第三四分位値に対応する。また、線記号は中央値、四角記号は平均値を示す。ひげの左端は5パーセント、右端は95パーセントを示す。

注2: 社会科学の高被引用度論文産出群については回答数が少ないので結果を示していない。

まず、分野によって著者数が大きく異なり、分野内でも著者数に幅があることがわかる。著者数の幅が大きいことから、中央値に注目し分野間の比較を行うと、計算機科学&数学と社会科学は著者数が相対的に少なく、基礎生物学や臨床医学&精神医学/心理学は著者数が多い。

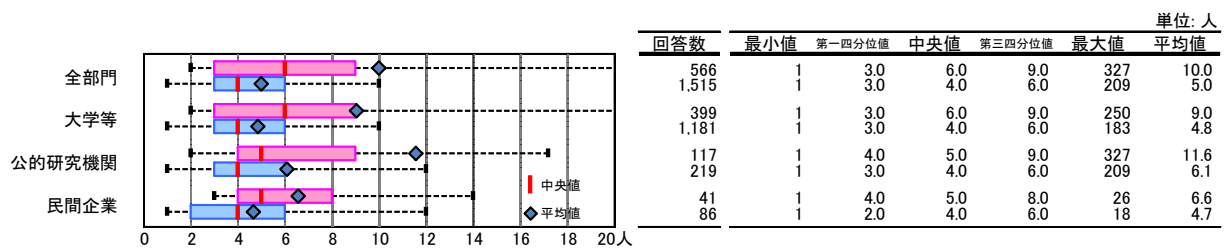
物理学&宇宙科学では、おおむね中央値付近に著者数が集中しているが、特異的に著者数の大きな論文が含まれていることがわかる。これらは素粒子などの大型プロジェクトにかかわる論文である。

高被引用度論文産出群と通常群とを比較すると、高被引用度論文産出群の方が、著者数が多い傾向が見える。環境/生態学&地球科学、臨床医学&精神医学/心理学、基礎生物学の高被引用度論文産出群については、著者数にかなりのばらつきがあることが示されている。これらの分野では、著者数の最大値も物理&宇宙科学に次ぐ規模であり、大規模な研究チームが構成されている場合もあることがわかる。

(部門別の状況)

部門別による著者数の分布を図表 1-26 に示す。中央値に注目すると部門別で大きな違いはない。著者の最大値に注目すると、大学等や公的研究機関は数百人規模に達しているが、民間企業の場合 20～30 名程度となっている。

図表 1-26 部門別の著者数分布



注 1: 赤の箱ひげ図が高被引用度論文産出群、青の箱ひげ図が通常群に対応している。箱の左端が第一四分位値、右端が第三四分位値に対応する。また、線記号は中央値、四角記号は平均値を示す。ひげの左端は 5 パーセンタイル、右端は 95 パーセンタイルを示す。

7-2 共著者以外の協力研究者数、学生数、技能者数

(分野別の状況)

調査対象論文の著者とはなっていないが、研究プロジェクトを実施する上で実質的な役割を果たした協力研究者数、学生数、技能者数を図表 1-27 に示す。ここで示したのは協力研究者数、学生数、技能者数の和(以後、共著者以外の研究チーム員数と呼ぶ)である。

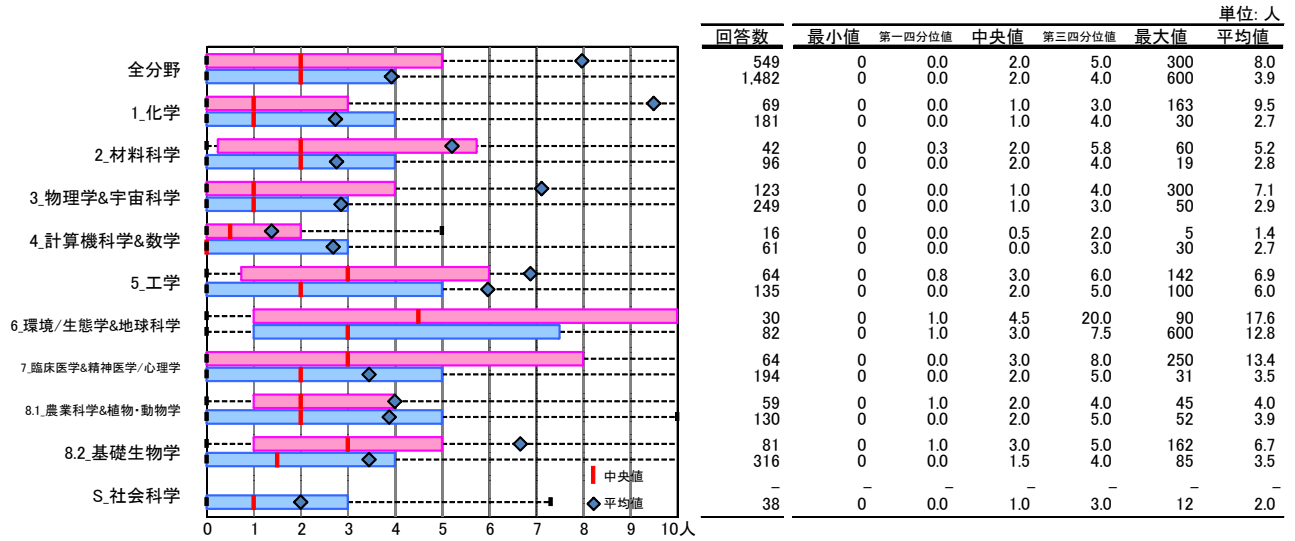
赤の箱ひげ図が高被引用度論文産出群、青の箱ひげ図が通常群に対応している。箱の左端が第一四分位値、右端が第三四分位値に対応する。また、線記号は中央値、四角記号は平均値を示す。ひげの左端は 5 パーセンタイル、右端は 95 パーセンタイルを示す。

著者数の場合と同じで、多くの分野で共著者以外の研究チーム員数が 100 人を超える巨大な研究プロジェクトが存在しており、研究チーム員数に幅がある。従って、以降では中央値に注目する。

全分野をみると共著者以外の研究チーム員数の中央値は高被引用度論文産出群、通常群とも 2 名となっている。全分野における著者数の中央値は、高被引用度論文産出群で 6 名、通常群で 4 名である。これらから研究チームは論文の著者よりも幅広いメンバーを含んでおり、その数は著者数と比較しても少なくないことがわかる。

分野別の状況をみると計算機科学&数学、化学、物理学&宇宙科学、社会科学と比べて、生命科学系の 3 分野、環境/生態学&地球科学、材料科学、工学において共著者以外の研究チーム員数が多くなっている。また、高被引用度論文産出群と通常群を比較すると、計算機科学&数学、工学、環境/生態学&地球科学、臨床医学&精神医学/心理学、基礎生物学では高被引用度論文産出群において共著者以外の研究チーム員数が多い。

図表 1-27 分野別の共著者以外の研究チーム員数分布

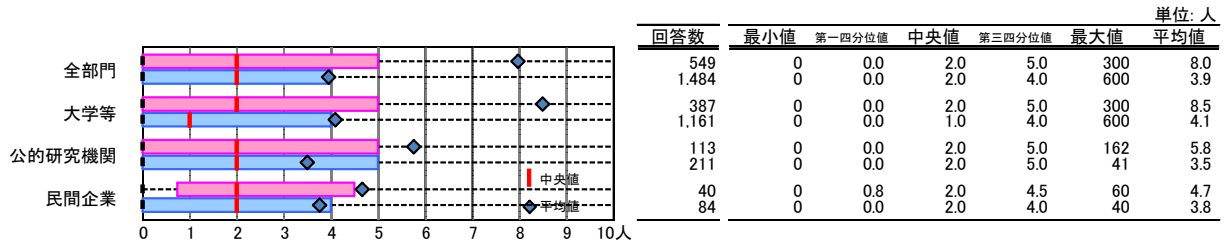


注1: 赤の箱ひげ図が高被引用度論文産出群、青の箱ひげ図が通常群に対応している。箱の左端が第一四分位値、右端が第三四分位値に対応する。また、線記号は中央値、四角記号は平均値を示す。ひげの左端は5パーセンタイル、右端は95パーセンタイルを示す。
 注2: 社会科学の高被引用度論文産出群については回答数が少ないので結果を示していない。
 注3: ここで示したのは協力研究者数、学生数、技能者数の合計値。

(部門別の状況)

部門別の共著者以外の研究チーム員数分布を図表 1-28 に示す。中央値に注目すると、大学等では、高被引用度論文産出群における共著者以外の研究チーム員数の方が、通常群に比べて多くなっている。

図表 1-28 部門別の共著者以外の研究チーム員数分布



注1: 赤の箱ひげ図が高被引用度論文産出群、青の箱ひげ図が通常群に対応している。箱の左端が第一四分位値、右端が第三四分位値に対応する。また、線記号は中央値、四角記号は平均値を示す。ひげの左端は5パーセンタイル、右端は95パーセンタイルを示す。
 注2: ここで示したのは協力研究者数、学生数、技能者数の合計値。

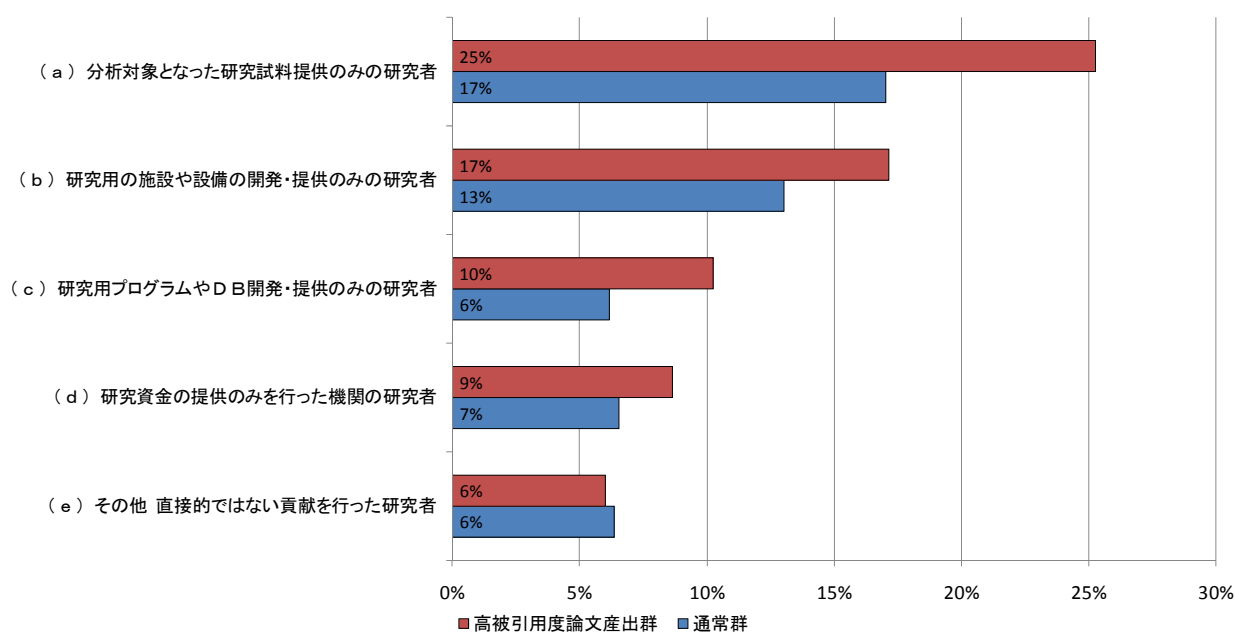
7-3 著者の範囲

論文の著者には、論文に述べられている研究成果を得るために実際に実験・観察や理論分析などを行った研究者のほかに、どのような研究者が含まれているのであろうか。本調査では、著者の範囲を調べるために、調査対象論文の著者の中に図表 1-29 に示した 5 個の選択肢のいずれかに当てはまる著者が含まれるかを尋ねた。

高被引用度論文産出群、通常群のいずれについても、大きな比率で分析対象となった研究試料提供のみを行った研究者が著者に含まれている。その比率は高被引用度論文産出群で 25%、通常群で 17%である。高被引用度論文産出群では 17%、通常群では 13%において、研究用の施設や設備の開発・提供のみを行った研究者が著者とされている。

研究試料提供のみを行った研究者が著者に入っているのは、提供者へのインセンティブ付与の意味合いがあると考えられる。研究試料が研究プロジェクト実施上で重要であることを示唆した結果ともいえよう。研究資金の提供のみを行った機関の研究者もかなりの高い頻度で著者となっていることも注目される(高被引用度論文産出群で 8.7%、通常群で 6.5%)。

図表 1-29 著者の範囲



注 1: 5 項目の中から、該当する選択肢全てを選択する形式。

注 2: 全分野についての集計結果。

7-4 論文の著者における地位の構成

ここでは部門別に論文の著者における地位の構成を分析した結果について述べる。ここでの分析対象は著者数が6人以下の論文を産出している群に限定している。これは、上述のとおり、著者数が7人以上の論文については、筆頭著者、最終著者、責任著者を優先的に抽出しているため、得られている地位の構成に偏りが生じている可能性があり、分析においてこれを回避するためである。全回答の中の約70%において、著者数が6人以下となっている。

図表 1-30 にその結果を示す。ここでは、論文の著者全体を単位として集計した結果を示している。つまり、複数著者からなる論文については、著者に著者数による重みづけをしている。例えば、著者が4人の場合、1人の重みは0.25とした。

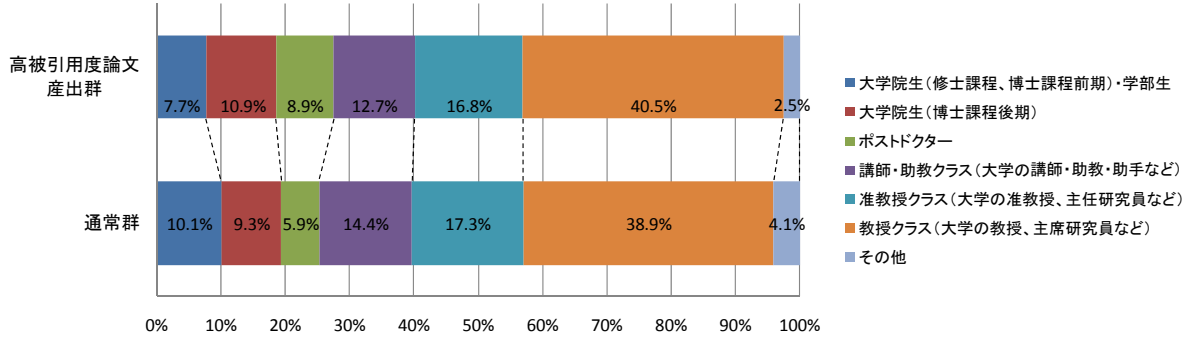
まず、大学等に注目する。最も比率が高いのは教授クラスの教員であり、それに准教授クラス、講師・助教クラスが続く。学部生、大学院生、ポストドクターを合わせた比率は高被引用度論文産出群では28%、通常群では25%を占める。学部生と大学院生の比率が20%近くを占め、論文の著者を構成する主要なメンバーとなっていることが特色である。

公的研究機関においても、最も比率が高いのは主席研究員クラスの研究者であり、それに主任研究員が続いている。学部生、大学院生、ポストドクターを合わせた比率は高被引用度論文産出群では15%、通常群では17%を占めている。ただし、学部生や大学院生の関与は小さく、大半がポストドクターの関与である。

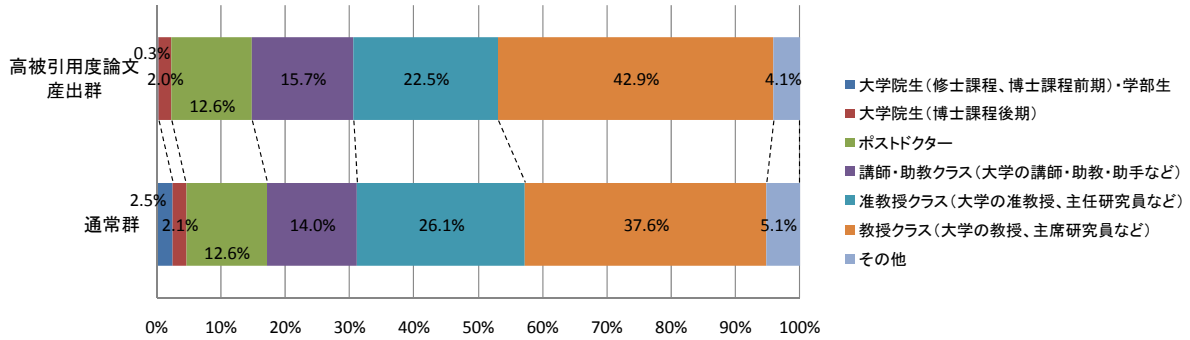
民間企業においても、高被引用度論文産出群、通常群ともに、学部生、大学院生、ポストドクターが含まれているが、これは大学等や公的研究機関との共同研究として実施された論文が含まれているからであると考えられる。なお、民間企業の通常群においてその他の比率が13%となっている。ここには、選択肢の内「技能者」、「その他」、「分からない」が含まれている。13%の約半分は「技能者」、残りの半分は「その他」、「分からない」となっている。

図表 1-30 論文の著者における地位の構成(論文単位、主要部門別)

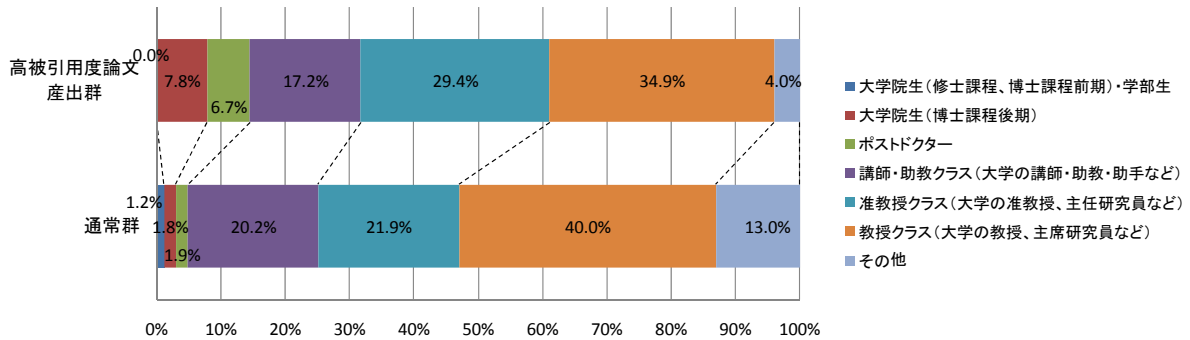
(a)大学等



(b)公的研究機関



(c)民間企業



注1: 著者数が6人以下の調査対象論文(1,529件)についてのみ集計している。

注2: 1論文あたりの重みが1となるように、複数著者から構成される論文については、著者に論文著者数による重みづけをしている。たとえば、著者が4人の場合、1人の重みは0.25となる。

注3: その他は、選択肢の内「技能者」、「その他」、「分からない」の合計。

7-5 著者の配列が「調査対象論文への貢献の順番」とされた論文における筆頭著者の地位

次に、筆頭著者の地位(職位)を示す。ここでは、著者の配列が調査対象論文への貢献の順番とされた論文についてのみ集計を行った。したがって、調査対象論文の研究成果に最も寄与した著者の地位が示されている。

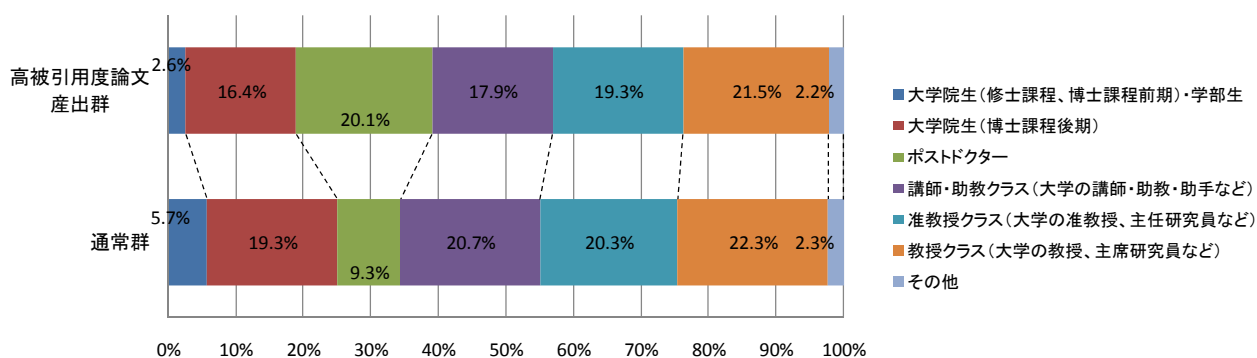
まず、大学等に注目する(図表 1-31(a)参照)。論文の著者全体と比べて、大学院生(博士課程後期)とポストドクターの関与が大幅に増加することがわかる。大学院生(博士課程後期)とポストドクターの関与を、調査対象論文の著者全体と筆頭著者で比較した結果を図表 1-31(b)に示した。大学院生(博士課程後期)とポストドクターの両者を合計した関与は、高被引用度論文産出群では 1.8 倍(著者全体で 20%、筆頭著者で 37%)、通常群では 1.9 倍(著者全体で 15%、筆頭著者で 29%)となっている。特に高被引用度論文産出群においては、ポストドクターの関与が教授クラスに次ぐ値となっている。研究チームにおける大学院生(博士課程後期)やポストドクターの研究の実施主体としての関与が大きいことがわかる。

高被引用度論文産出群と通常群では、筆頭著者に占めるポストドクターの比率が大きく異なる点が興味深い(高被引用度論文産出群で 20%、通常群で 9.3%)。このことは、通常群における筆頭著者の構成比率を日本の平均的な姿と考えると、ポストドクターについては高被引用度論文のように注目を浴びる論文への関与が他の地位の研究者と比べて高いことを意味している。

筆頭著者における大学院生(博士課程後期)とポストドクターの比率は分野にも大きく依存する。物理学系と生命科学系の大分類で比較すると(図表 1-31(c)(d)参照)、生命科学系において特に大学院生(博士課程後期)とポストドクターの関与が大きいことがわかる(大学等の高被引用度論文産出群で 50%、通常群で 39%)。

図表 1-31 著者の配列が「調査対象論文への貢献の順番」とされた論文における筆頭著者の地位(主要部門別)

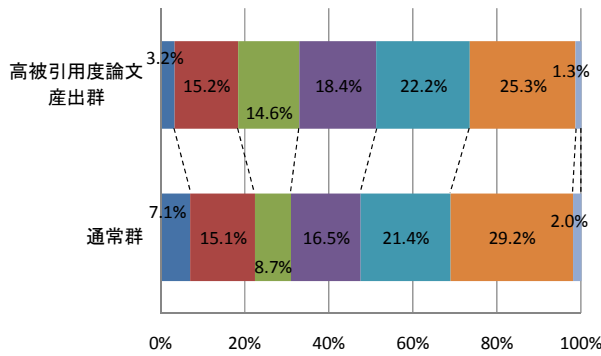
(a)大学等



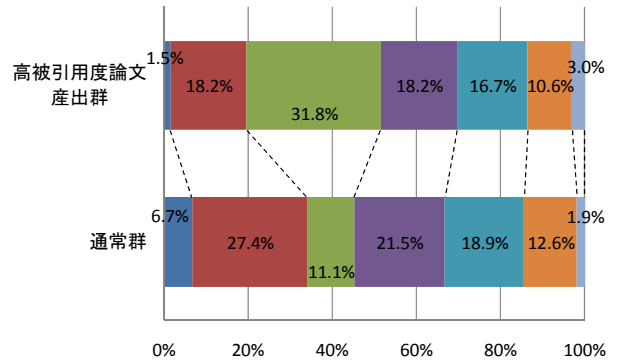
(b)大学等における大学院生(博士課程後期)とポストドクターの関与

	著者全体			筆頭著者		
	大学院生(博士課程後期)	ポストドクター	合計	大学院生(博士課程後期)	ポストドクター	合計
高被引用度論文産出群	10.9%	8.9%	19.8%	16.4%	20.1%	36.5%
通常群	9.3%	5.9%	15.2%	19.3%	9.3%	28.6%

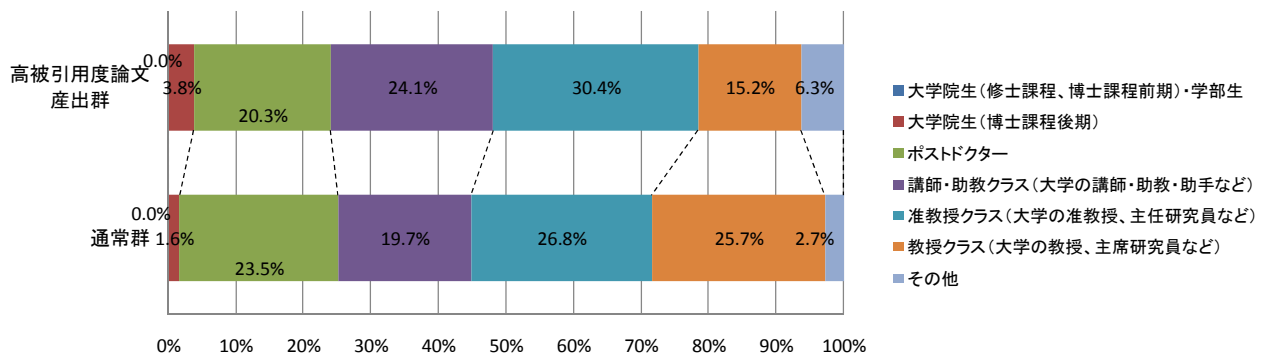
(c)大学等_物理科学系



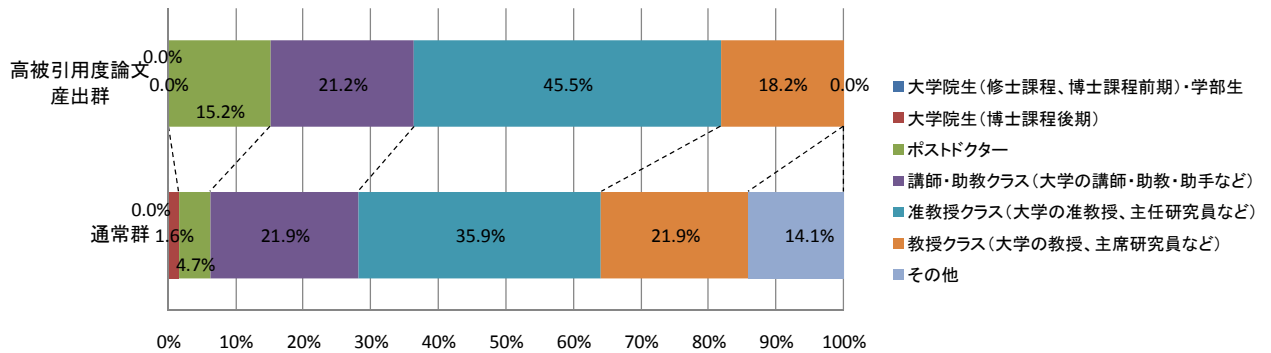
(d)大学等_生命科学系



(e)公的研究機関



(f)民間企業



注1: 著者の配列が「調査対象論文への貢献の順番」とされた1,525件を対象とした。

注2: その他は、選択肢の内「技能者」、「その他」、「分からない」の合計。

公的研究機関については、筆頭著者ではポストドクターの関与が急激に上昇する。高被引用度論文産出群では1.6倍(著者全体で13%、筆頭著者で20%)、通常群では1.9倍(著者全体で13%、筆頭著者で24%)となっている。公的研究機関においてもポストドクターは、研究チームにおける研究の実施主体として大きく関与していることがわかる。

民間企業の通常群においてその他の比率が14%となっている。ここには、選択肢の内「技能者」、「その他」、「分からない」が、それぞれ同じ比率で含まれている。

7-6 研究チームの人材の多様性

研究チームの多様性を調べる目的で、調査対象論文の著者(筆頭著者、最終著者、責任著者を優先的に含む6名まで)の専門分野の組み合わせ、専門スキルの組み合わせ、生誕国の組み合わせ、所属する機関の部門の組み合わせについて分析を行った。なお、著者に関する情報は、論文を投稿した時点の情報である。

図表 1-32(a)は専門分野の組み合わせについての分析結果を示している。この質問では数学、コンピュータサイエンス、化学など27分野から著者の専門分野を1つ選択する形になっている。高被引用度論文産出群、通常群とも著者が1つの専門分野から構成されている比率が最も高く、2分野、3分野と続く。高被引用度論文産出群と通常群とを比較すると、高被引用度論文産出群において、著者が多数の専門分野の研究者から構成されている比率が高いことがわかる(2分野以上の専門分野から構成されている比率は、高被引用度論文産出群で48%、通常群で40%)。

図表 1-32(b)は専門スキルの組み合わせについての分析結果を示している。専門スキルとしては理論、実験、臨床の3種類から、著者の専門分野を1つ選択する形になっている。この質問については、高被引用度論文産出群と通常群との間で明確な違いは見られない(2種類以上の専門スキルから構成されている比率は、高被引用度論文産出群で31%、通常群で28%)。

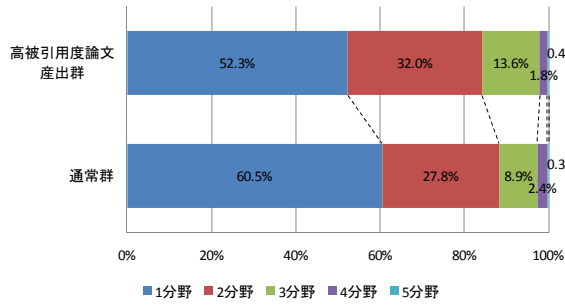
図表 1-32(c)は著者の生誕国の組み合わせについての分析結果を示している。この質問では、著者が日本生誕だけの者で構成されるか、それ以外の者も含むかについて尋ねている。結果は、高被引用度論文産出群において、日本以外が生誕国である著者を含む比率が高くなっている。ここでは、著者6名を抽出しているため、著者の全ての生誕国が日本以外であるとの回答も僅かながら存在する¹。これらも含めると、日本以外が生誕国である研究者を含んでいる比率は、高被引用度論文産出群で48%、通常群で31%となる。

図表 1-32(d)は著者の所属する機関の部門の組み合わせについての分析結果を示している。この質問では、大学等、公的研究機関、民間企業、民間非営利組織、その他から著者の所属する機関の部門を尋ねている。高被引用度論文産出群において、複数部門(2部門以上)が関与する比率がより高くなっていることがわかる(2種類以上の部門から構成されている比率は、高被引用度論文産出群で41%、通常群で31%)。

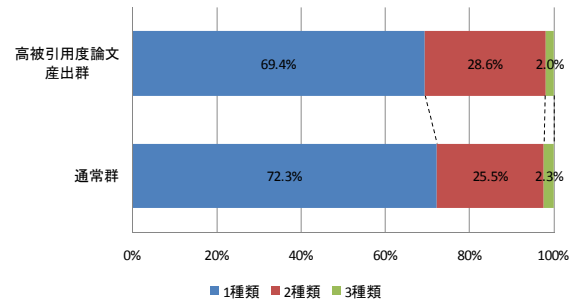
¹ 日本以外が生誕国の研究者が、1)日本の機関に滞在している際に海外と共同研究を実施した事例、2)日本の機関に滞在している際に執筆した単著論文などが、ここに含まれる。

図表 1-32 研究チームの多様性

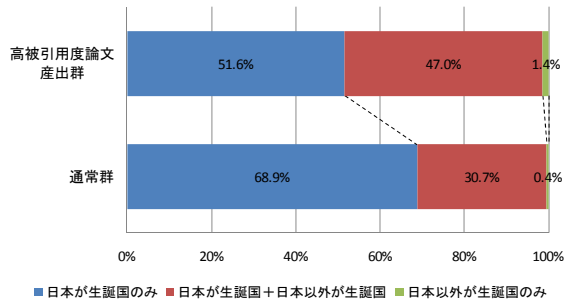
(a) 専門分野の組み合わせ



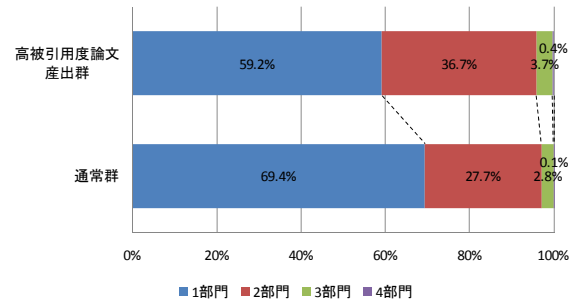
(b) 専門スキルの組み合わせ



(c) 生誕国の組み合わせ



(d) 部門の組み合わせ



- 注 1: (専門分野について) 数学、コンピュータサイエンス、化学など 27 分野から、著者ごとに著者の専門分野を 1 つ選択する
- 注 2: (専門スキルについて) 理論、実験、臨床の 3 つから、著者ごとに著者の専門分野を 1 つ選択する。
- 注 3: (生誕国について) 著者ごとに、日本、日本以外から 1 つ選択する
- 注 4: (所属機関について) 著者ごとに、大学等、公的研究機関、民間企業、民間非営利組織、その他から 1 つ選択する。
- 注 5: 全分野についての集計結果。

8 研究プロジェクトへのインプット(人材と資金)

<重要な発見事実>

- 高被引用度論文産出群と通常群とを比べると、計算機科学&数学を除いた全分野において、前者の研究資金が後者のその3～5倍となっている(全分野における研究資金の中央値は高被引用度論文産出群で3,000万円、通常群で600万円)。他方、研究に費やした全労力(人月)については、両者の比は1～2倍であった(全分野における全労力の中央値は高被引用度論文産出群で100人月、通常群で72人月)ことから、単位労力当たりの研究資金を考えると、高被引用度論文産出群のほうが格段に多くの研究資金を費やしていることがわかる。
- この要因として、高被引用度論文産出群のほうが、プロジェクト実施のために雇用していたポストドクターなどの研究者が多い、最先端の実験設備・施設を保有する比率が高いなどの要因が考えられる。これらは、研究プロジェクトの成果を生み出すことへの貢献も高いとされている。
- 単独の資金源で研究プロジェクトを行っているのは少数である。高被引用度論文産出群では、内部資金のみの場合が12%、1種類の外部資金の場合が13%で合計25%である。通常群では、それぞれ23%、8.4%で合計31%である。
- 高被引用度論文産出群の方が外部資金を利用する比率が高く、かつより多数の外部資金で研究が支えられている。内部資金以外に2種類以上の外部資金を得ている研究プロジェクトが高被引用度論文産出群では37%、通常群では28%、内部資金に加えて3種類以上の外部資金を用いたものが、高被引用度論文産出群では21%、通常群では11%も存在している。
- 同時に、内部資金(運営費交付金等に基づく校費など)を利用していない研究プロジェクトは少数で、高被引用度論文産出群で25%、通常群で15%のみである。内部資金は立ち上げ期のプロジェクトなどを含めて幅広い研究プロジェクトを下支えしていることが示唆される。

8-1 研究プロジェクトの着想から調査対象論文を投稿するまでの期間

本調査では、研究プロジェクトを着想した年、実質的に研究を開始した年、調査対象論文を投稿した年を尋ねることで、研究プロジェクトの着想を得た後、実質的に研究を開始し、論文の投稿に到るまでにどの程度の期間が必要なのかを明らかにした。

図表 1-33 に結果を示す。ここでは高被引用度論文産出群と通常群について、分野別に着想から研究開始までの平均年、研究開始から調査対象論文投稿までの平均年を示している。いずれの分野においても、着想から1年程度で研究が開始されていることがわかる。高被引用度論文産出群の環境/生態学&地球科学については、着想から研究開始までの期間が2年と、他に比べて長くなっている。

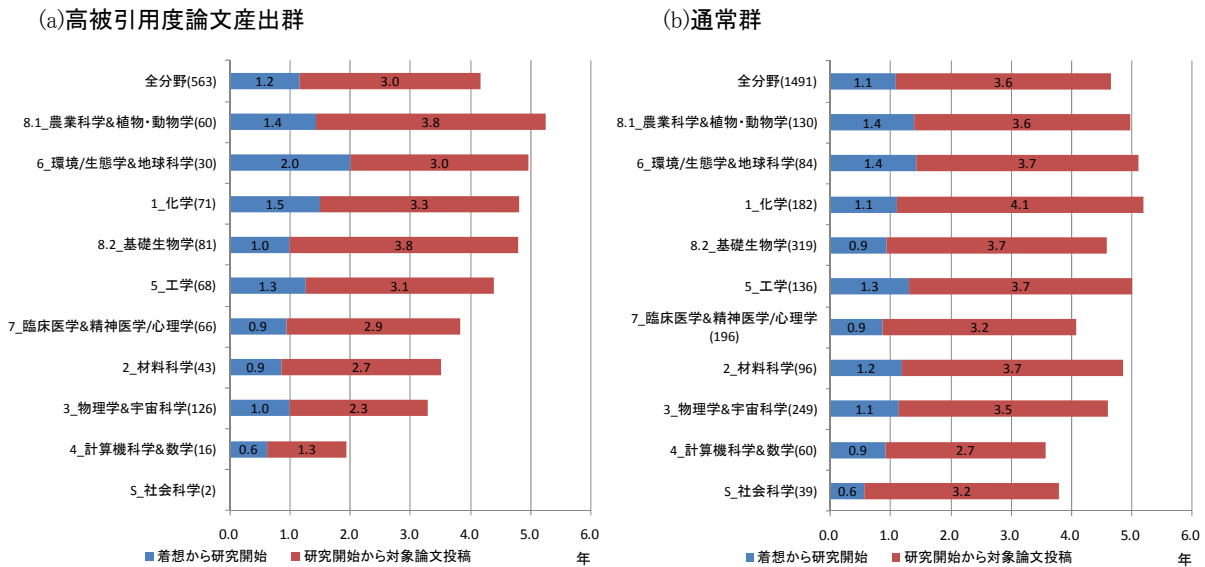
全分野でみると研究の開始から調査対象論文の投稿までに、高被引用度論文産出群では3.0年、通常群では3.6年を費やしている。生命科学系3分野(臨床医学&精神医学/心理学、基礎生物学、農業科学&植物・動物学)以外の分野では、研究の開始から調査対象論文の投稿までの期間が、通常群と比べて高被引用度論文産出群において0.5年以上短くなっている。

上記を総合すると、分野依存性は見られるが、通常、研究プロジェクトの着想が論文に結び付くには4～5年を要すること、高被引用度論文産出群については通常群と比べて研究の開始から論文成果を生むまでの期間が短いことなどが示唆される¹。

¹ ここでの分析は、対象論文が研究プロジェクトから生み出された最初の論文であると仮定している。

5章でみたように高被引用度論文産出群の方が、国内外の競争相手を認知しており、競争相手から研究が先行されることに危機感を感じている。このことが、高被引用度論文産出群において、通常群と比べて研究の開始から論文成果を生むまでの期間が短い要因の一つと考えられる。

図表 1-33 研究プロジェクトの着想から調査対象論文を投稿するまでの期間



注1: 社会科学の高被引用度論文産出群については回答数が少ないので結果を示していない。

8-2 研究プロジェクトに費やした全労力

研究プロジェクトへのインプットとして、研究プロジェクトの実施に費やした全労力(人月)の把握を試みた。具体的には研究プロジェクトを実質的に開始した年から、最も新しい論文を投稿した年までの期間における、研究チーム全体で費やした全労力について人月で尋ねた。ここでの全労力は実働時間としている。

図表 1-34 にその結果を示す。ここでは赤の箱ひげ図が高被引用度論文産出群、青の箱ひげ図が通常群に対応している。箱の左端が第一四分位値、右端が第三四分位値に対応する。また、線記号は中央値、四角記号は平均値を示す。ひげの左端は5パーセンタイル、右端は95パーセンタイルを示す。第一四分位値と中央値の比率よりも中央値と第三四分位値の比率が約50%大きいことが示唆するように、全労力の分布は大きい方に偏っており、対数正規分布にほぼ従っている。したがって、箱ひげ図は対数表示で値を示している。

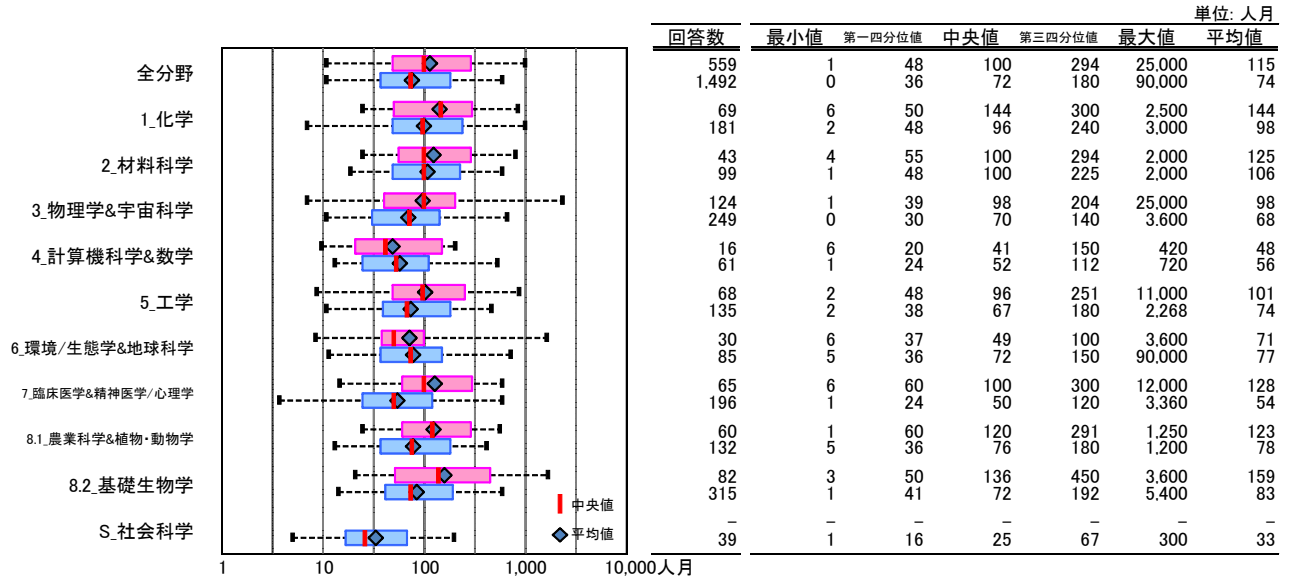
費やした全労力が10,000人月を超える事例も見られるが、これらは大規模な国際研究、素粒子などの巨大な実験、などが当てはまると考えられる。

全分野でみると費やした全労力は、高被引用度論文産出群では中央値で100人月(平均値で115人月)、通常群では中央値で72人月(平均値で74人月)となっている。中央値に注目すると、化学、臨床医学&精神医学/心理学、農業科学&植物・動物学、基礎生物学では、高被引用度論文産出群は通常群の1.5~2倍となっている。規模の点では、高被引用度論文産出群では化学、材料科学、臨床医学&精神医学/心理学、農業科学&植物・動物学、基礎生物学において、費やした全労力の中央値が100人月以上となっている。化学と基礎生物学では全労力の中央値が130人月を超えている。材料科学については、通常群においても費やした全労力の中央値が100人月となっている。

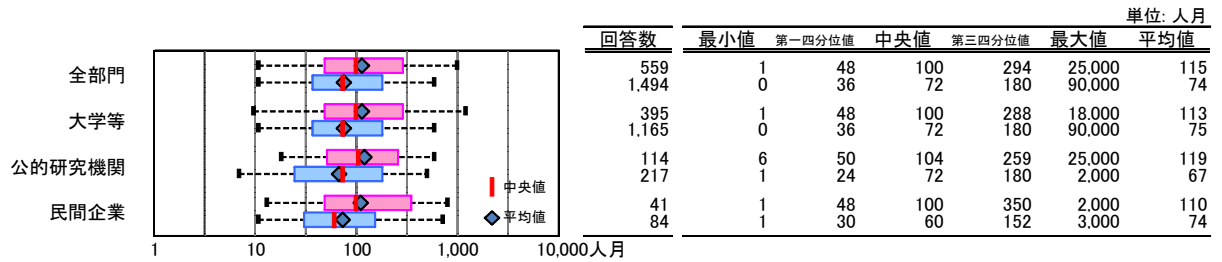
研究プロジェクトに費やした全労力について、部門による大きな違いは見られない。部門別、大分野別では、高被引用度論文産出群の中で、大学等と公的研究機関の生命科学系については費やした全労力の中央値が120人月以上となっている。

図表 1-34 研究プロジェクトに費やした全労力(人月)

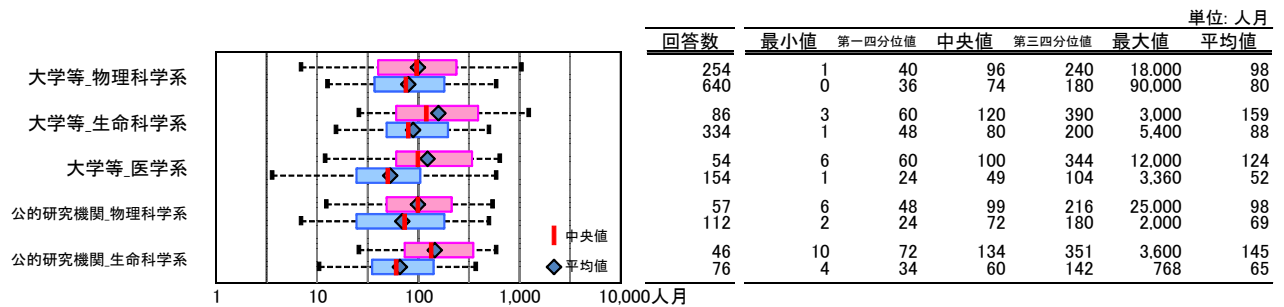
(a)分野別



(b)部門別



(c)部門別、大分野別



注1: 赤の箱ひげ図が高被引用度論文産出群、青の箱ひげ図が通常群に対応している。箱の左端が第一四分位値、右端が第三四分位値に対応する。また、線記号は中央値、四角記号は平均値を示す。ひげの左端は5パーセント、右端は95パーセントを示す。

注2: 社会科学の高被引用度論文産出群については回答数が少ないので結果を示していない。

注3: 全労力の分布は対数正規分布に概ね従っているため、ここでは対数スケールで値を示している。

8-3 研究資金

次に研究プロジェクトに費やした研究資金について見る。研究資金を計測する際に困難を伴うのが、人件費の取り扱いである。特に大学教員の場合、教育と研究などのさまざまな活動のうち、人件費の何割が研究活動分に相当するかを判断することが難しい。また、調査実施前のインタビュー調査を通じて、大学教員については自らの人件費については、研究資金に含めない傾向がみられた。そこで、本調査においては、人件費については、当該プロジェクト実施のために雇用していた研究者(プロジェクトのための特任研究者)や研究支援者の人件費のみを含めることとした。また、設備の整備費については、もっぱら当該研究プロジェクトのために整備した設備は「研究資金」に含め、そうでない場合(既存の設備を利用したなど)は除外することとした。したがって、ここで示されている研究資金については、特に大学において、実際に当該研究プロジェクトを遂行するのに必要であった費用からすると過小評価になっている可能性がある。

図表 1-35 に結果を示す。ここでは赤の箱ひげ図が高被引用度論文産出群、青の箱ひげ図が通常群に対応している。箱の左端が第一四分位値、右端が第三四分位値に対応する。また、線記号は中央値、四角記号は平均値を示す。ひげの左端は5パーセンタイル、右端は95パーセンタイルを示す。研究資金の分布は対数正規分布に概ね従っているので、ここでは対数スケールで値を示している。

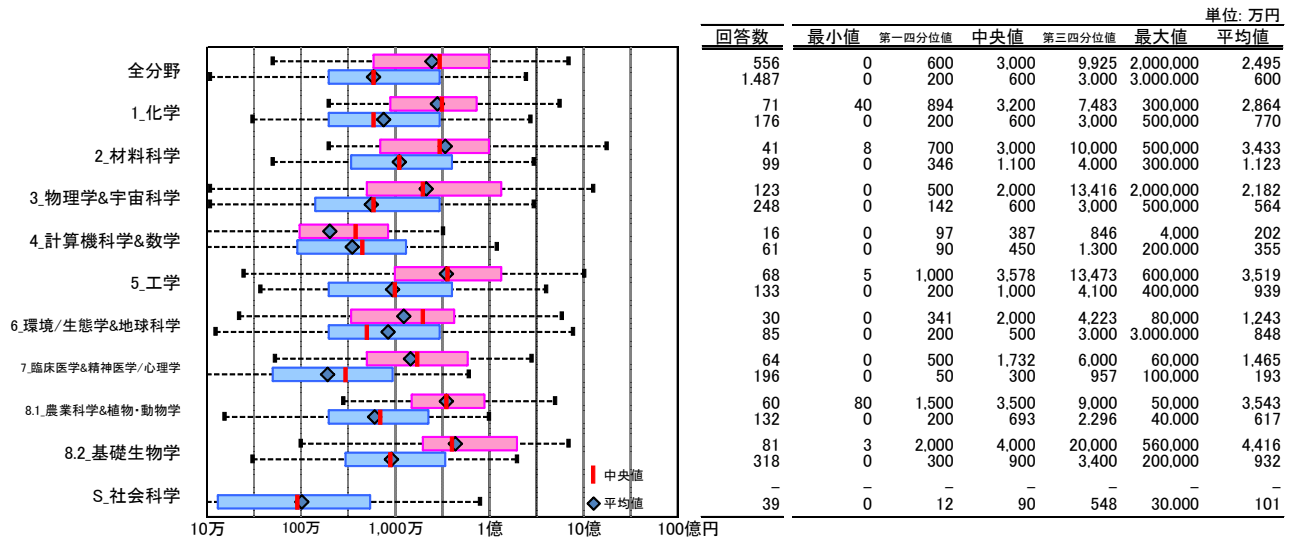
分野別に通常群の状況(青の箱ひげ図)をみると、社会科学において費やした研究資金が最も少なく(中央値: 90 万円)、材料科学(中央値: 1,100 万円)が最も高くなっている。中央値が 500 万円未満は社会科学、臨床医学&精神医学/心理学、計算機科学&数学、中央値が 500 万円以上 1000 万円未満は環境/生態学&地球科学、化学、物理学&宇宙科学、農業科学&植物・動物学、基礎生物学、1000 万円以上は工学と材料科学となっている。最大値で見れば、数十億円～数百億円という巨大な研究プロジェクトも存在している。

高被引用度論文産出群と通常群とを比べると、計算機科学&数学を除いた全分野において、前者の研究資金が後者のその 3~5 倍となっている(全分野における研究資金の中央値は高被引用度論文産出群で 3000 万円、通常群で 600 万円)。他方、研究に費やした全労力(人月)については、両者の比は 1~2 倍であった(全分野における全労力の中央値は高被引用度論文産出群で 100 人月、通常群で 72 人月)ことから、研究に費やした全労力当たりの研究資金を考えると高被引用度論文産出群のほうが、単位労力当たりでより多くの研究資金を費やしていることがわかる。この要因として、高被引用度論文産出群のほうが、プロジェクト実施のために雇用していたポストドクターなどの研究者が多い、最先端の実験設備・施設を保有する比率が高いなどといったことが考えられる。これらは、研究プロジェクトの成果を生み出すことへの貢献も高いとされている。

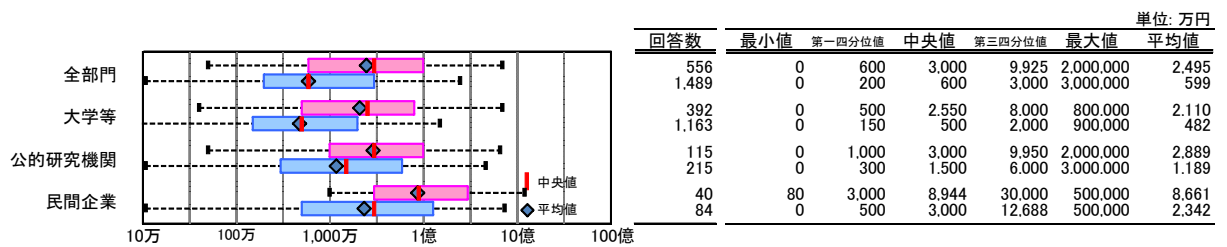
部門別の状況を見ると、民間企業において研究資金が最も多く、公的研究機関、大学等と続く。冒頭で述べたように、ここに示したデータでは大学等において、人件費分の研究資金が過小評価となっている可能性があり、この影響が出ている可能性がある。高被引用度論文産出群の方が多くの研究資金を費やしている傾向は、ここでもみられる。

図表 1-35 研究プロジェクトに費やした研究資金(万円)

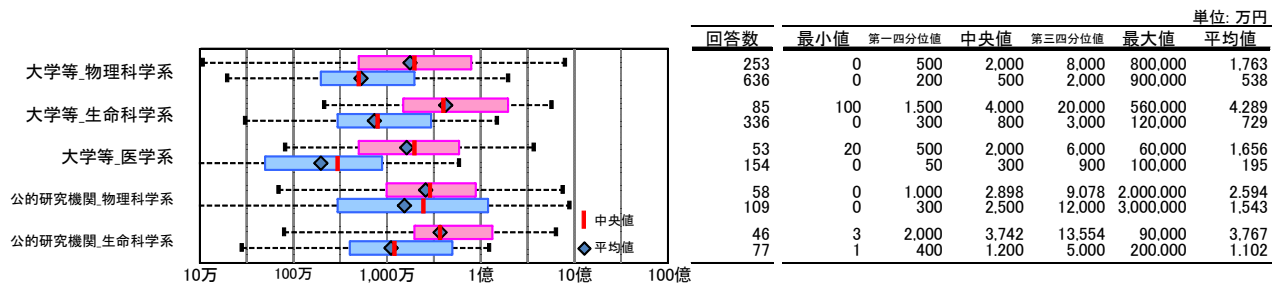
(a)分野別



(b)部門別



(c)部門別、大分野別



注 1: 赤の箱ひげ図が高被引用度論文産出群、青の箱ひげ図が通常群に対応している。箱の左端が第一四分位値、右端が第三四分位値に対応する。また、線記号は中央値、四角記号は平均値を示す。ひげの左端は 5 パーセント、右端は 95 パーセントを示す。

注 2: 社会科学の高被引用度論文産出群については回答数が少ないので結果を示していない。

注 3: 研究費の分布は対数正規分布に従っているため、ここでは対数表示で値を示している。

8-4 資金源の状況

8-4-1 研究資金源の組み合わせ

研究プロジェクトはいろいろな資金源を利用しており、高被引用度論文産出群のほうが、多様な資金源を利用していることがわかった。図表 1-36 に研究プロジェクトが利用した資金源の組み合わせの状況を示す。単独の資金源で研究プロジェクトを行っているのは少数である。全部門に注目すると、高被引用度論文産出群では、内部資金のみの場合が 12%、1 種類の外部資金の場合が 13%で合計 25%である。通常群では、それぞれ 23%、8.4%で合計 31%である。内部資金(大学等における運営費交付金等に基づく校費や、企業における自社資金など)のみで実施された研究プロジェクトの比率は、大学等、公的研究機関、民間企業の順で大きくなる。

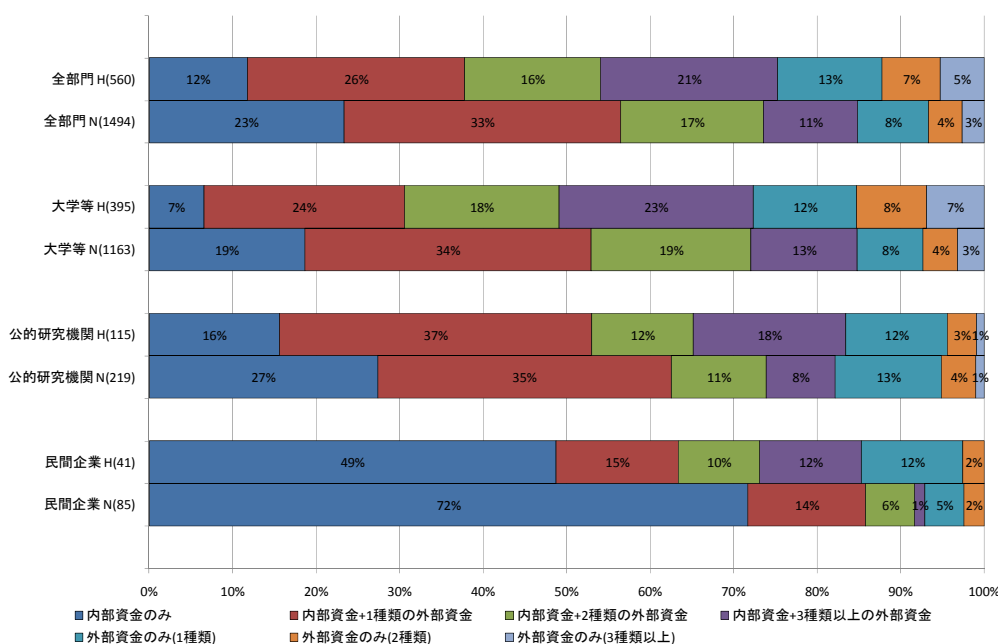
高被引用度論文産出群と通常群とを比べると、内部資金のみで実施された比率は通常群の方が高く、高被引用度論文産出群は外部資金を利用する比率が高いことがわかる。大学等の高被引用度論文産出群では、外部資金のみで実施されている研究プロジェクトの比率が 27%となっている。

資金源の種類を見ても、内部資金以外に 2 種類以上の外部資金を得ている研究プロジェクトが、高被引用度論文産出群では大学等で 41%、公的研究機関で 30%、通常群では大学等で 32%、公的研究機関で 19%となっている。内部資金に加えて 3 種類以上の外部資金を用いたものが、高被引用度論文産出群では大学等で 23%、公的研究機関で 18%、通常群では大学等で 13%、公的研究機関で 8.2%も存在している。

上記の結果は、複数の外部資金源が存在することで、研究プロジェクトを複眼的に評価する機能や、その進展段階に応じて他より有望で資金需要も大きい研究を選別し、大きな研究資金を供給するという機能が実現されていることを示唆している。

同時に、内部資金(運営費交付金等に基づく校費など)を利用していない研究プロジェクトは少数である。全部門に注目すると、高被引用度論文産出群で 25%、通常群で 15%のみである。内部資金は立ち上げ期のプロジェクトなどを含めて幅広い研究プロジェクトを下支えしていることが示唆される。

図表 1-36 資金源の組み合わせ



注 1: 各部門において上に示されているのが高被引用度論文産出群の結果、下に示されているのが通常群の結果である。

注 2: 内部資金とは、大学等では運営費交付金等に基づく校費や、企業における自社資金などを指す。

注 3: 外部資金とは、COE プログラム補助金、科学研究費補助金、厚生労働科学研究費補助金、JST、NEDO、民間企業等からの資金を指す。

8-4-2 研究資金源の構成

次に研究プロジェクトの研究資金源の構成を図表 1-37 に示す。ここでは、研究資金額による重みは付けず、研究プロジェクトの重みが 1 となるように集計した結果を示しているため、各資金源のマクロ的な重要性を示すものではないことに注意を要する。

まず大学等に注目する(図表 1-37(a)(b))。通常群が実施した研究プロジェクトでは、内部資金の比率が 40%と一番高く、これに科学研究費補助金(34%)が続く。次いで比率が大きいのが、その他政府(日本)¹と民間企業(ともに約 8%)からの資金である。この 4 種類の合計で 90%に達する。一方、高被引用度論文産出群では、内部資金の比率は 20%となる。一番大きい比率を持つ資金源は科学研究費補助金であり、その比率は 40%に達している。これに次ぐのが、その他政府(日本)と科学技術振興機構(JST)からの資金である。JST からの資金の比率は 10%となり、高被引用度論文産出群において、大きな資金源の一つとなっている。

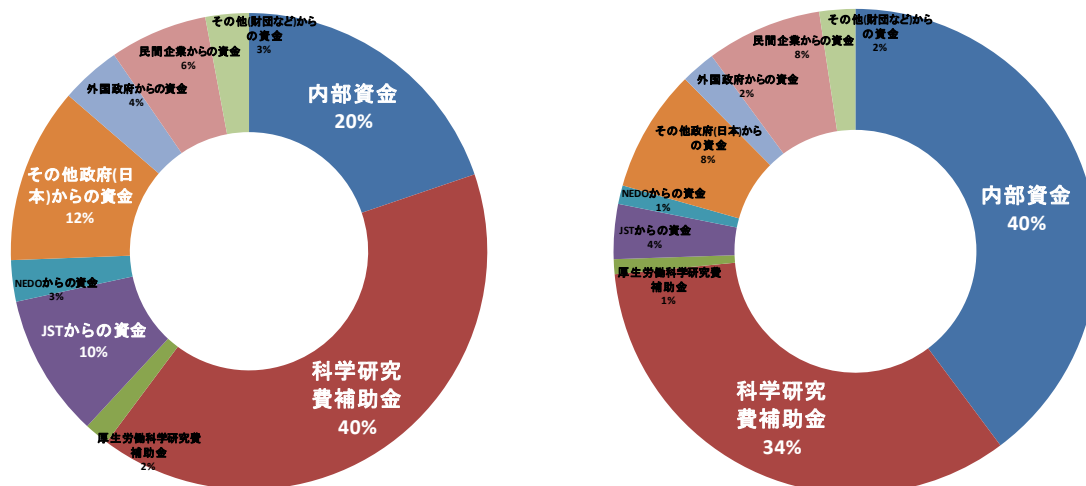
次に公的研究機関(図表 1-37(c)(d))に注目すると、高被引用度論文産出群と通常群の両方で、内部資金、その他政府(日本)からの資金、科学研究費補助金、JSTからの資金が構成比において上位 4 種類の資金源となっている。また、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの資金の比率が、高被引用度論文産出群において高くなっている。

民間企業(図表 1-37(e)(f))では、研究プロジェクトの実施が内部資金に基づく比率が圧倒的に大きく、通常群では 84%、高被引用度論文産出群では 66%である。これに次ぐのが民間企業からの資金である。これは、民間企業間の共同研究あるいは委託研究等によるものであることが推察される。両資金源の合計は、通常群では 92%、高被引用度論文産出群では 82%に達する。高被引用度論文産出群が実施した研究プロジェクトについては、その他政府(日本)からの資金も 12%の寄与を示している。

図表 1-37 研究資金源の構成(研究プロジェクト単位)

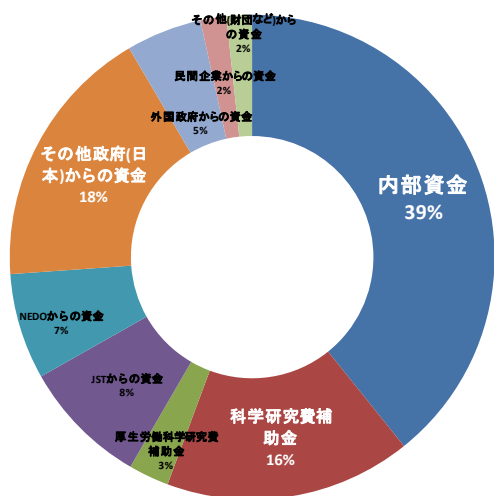
(a)大学等(高被引用度論文産出群)

(b)大学等(通常群)

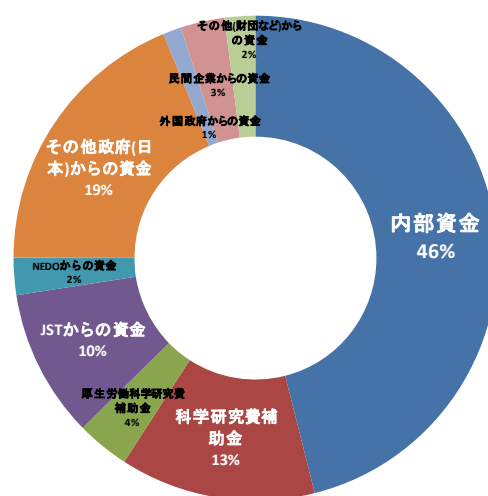


¹ その他政府(日本)は、外部資金のうち、機関を対象とする公募型研究資金(COE プログラム補助金など)、プロジェクトを対象とする公募型資金(科学研究費補助金、厚生労働科学研究費補助金、科学技術振興機構からの資金、新エネルギー・産業技術総合開発機構からの資金を除く)、非公募型研究資金(政府主導の国家プロジェクトなど)、都道府県(国以外)からの外部資金の合計値。

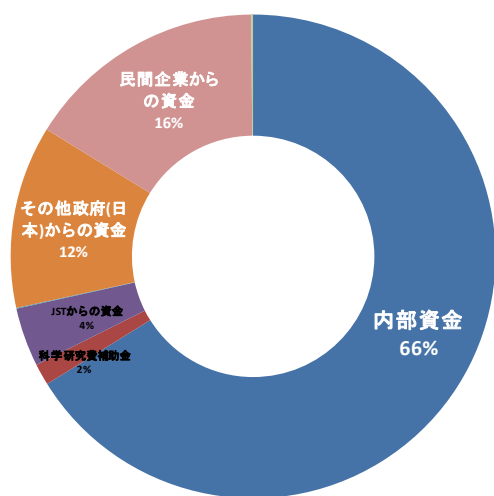
(c) 公的研究機関(高被引用度論文産出群)



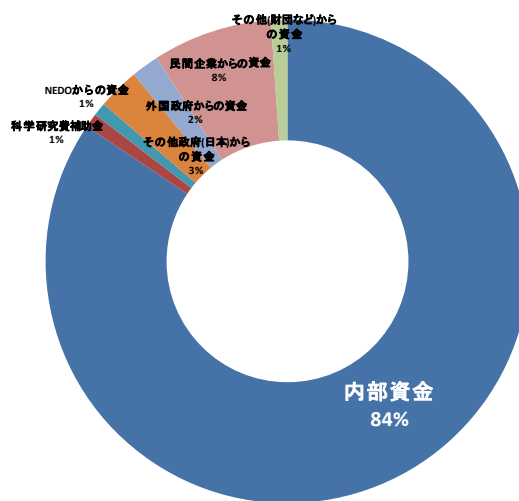
(d) 公的研究機関(通常群)



(e) 民間企業(高被引用度論文産出群)



(f) 民間企業(通常群)



注1: 内部資金とは、大学等では運営費交付金等に基づく校費や、企業における自社資金などを指す。

注2: その他政府(日本)は、外部資金のうち、機関を対象とする公募型研究資金(COEプログラム補助金など)、プロジェクトを対象とする公募型資金(科学研究費補助金、厚生労働科学研究費補助金、科学技術振興機構からの資金、新エネルギー・産業技術総合開発機構からの資金を除く)、非公募型研究資金(政府主導の国家プロジェクトなど)、都道府県(国以外)からの外部資金の合計値。

9 研究プロジェクトのアウトプットおよびインパクト

<重要な発見事実>

- いずれの分野においても高被引用度論文産出群の方が多数の査読付き論文を生み出している。高被引用度論文産出群では、中央値で15本、平均値で40本の論文を生み出している。また、通常群では中央値で7本、平均値で18本の論文を生み出している
- 各分野で比較的少数のプロジェクトが多数の論文をもたらすために、論文数の分布は偏った分布をしている。研究に要した人月など研究へのインプット自体が偏った分布をしていることも合わせて、研究成果を生む過程が、不確実でかつ累積的であることを示唆している。
- 多くの研究プロジェクトが修士号取得者や博士号取得者を生み出している。研究プロジェクトの約50%が修士号取得者を生み出し、約70%が博士号取得者を生み出している。高被引用度論文産出群と通常群を比較すると、前者の方が博士号取得者を生み出す割合が高い傾向にある。
- 研究プロジェクトの多くは、継続研究を研究チームにもたらしめている。高被引用度論文産出群と通常群を比較すると、高被引用度論文産出群の方が継続研究をもたらす比率が高い(高被引用度論文産出群で90%、通常群で76%)。継続しなかった理由としてそのための資金が確保できなかったとした比率は10%程度とそれほど大きくない。
- 研究プロジェクトの研究成果やそれを通じて得られた研究能力が外部機関からの受託研究、外部機関との共同研究や技術指導にもつながっている。高被引用度論文産出群と通常群を比較すると、高被引用度論文産出群の方がこれらをもたらす比率が高い(高被引用度論文産出群と通常群を比較して、受託研究で40%対23%、共同研究で76%対57%、技術指導で38%対27%)。
- 特許出願を一回でも行った研究プロジェクトの割合は高かった。高被引用度論文産出群で42%(大学等でも36%)、通常群で23%(大学等でも19%)であり、前者の方が著しく高い頻度で特許出願につながっている。また、特許出願をしたプロジェクトにおいて外国出願を行った割合は、高被引用度論文産出群で62%、通常群で50%である。
- 高被引用度論文産出群と通常群を比較すると、前者でその成果が実施許諾される比率が高い(高被引用度論文産出群で7.5%、通常群で3.6%。これは全回答を分母とする比率であり、特許出願数に対する比率ではない)。実施許諾あるいは譲渡に当たって多くの事例で同時にノウハウの供与もされている(高被引用度論文産出群の73%、通常群で80%)。実施許諾先の企業の類型を見ると、比較的に大きな企業が多いが、設立5年以内の企業に実施許諾された割合も高被引用度論文群では約4分の1ある。
- 新たなスタートアップ企業につながった研究プロジェクトは高被引用度論文産出群においても2.7%と小さいが、スタートアップを真剣に検討した事例を合計すると10%程度ある。スタートアップへの意識は必ずしも小さくなく、それが科学的成果の商業化の重要なプロセスの一つだと認識されている。
- 研究成果が標準活動に有意義な成果をもたらしている事例も少なからず存在する。大学等を含むいずれの部門においても、約10%前後の研究プロジェクトで標準につながった、標準化を議論中との回答が得られた。
- 研究プロジェクトから生まれる研究成果として、研究チーム以外の他者も利用できるリサーチツールは重要である。高被引用度論文産出群の32%(生物マテリアル10%、生物以外のマテリアル22%)、通常群でも23%(生物8%、生物以外15%)が、何かしらのマテリアルを成果として産出している。また、10%程度の研究プロジェクトがデータベース(データベースの開発、データの提供)や装置といった成果を生み出している。

9-1 研究プロジェクトがもたらした査読付き論文数

研究プロジェクトがもたらした査読付き論文の言語別構成比と分野別の論文数(日本語論文数、英語論文数、その他言語論文数の和)を図表 1-38 と図表 1-39 に示す。

論文の言語別構成比をみると、英語で書かれた論文が高被引用度論文産出群(92%)、通常群(87%)とも大多数を占める。高被引用度論文産出群と比べて通常群においては、日本語で書かれた論文の比率が高くなっている。

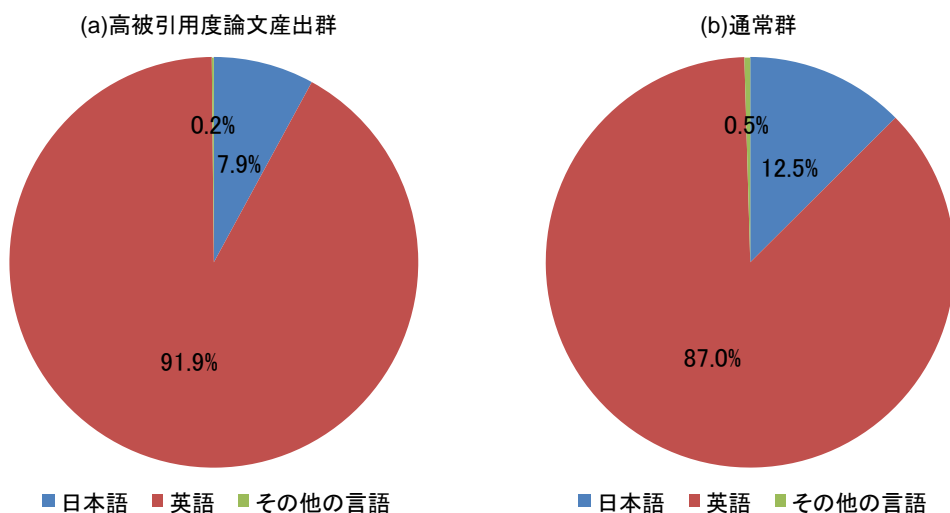
図表 1-39 では赤の箱ひげ図が高被引用度論文産出群、青の箱ひげ図が通常群に対応している。箱の左端が第一四分位値、右端が第三四分位値に対応する。また、線記号は中央値、四角記号は平均値を示す。ひげの左端は 5 パーセンタイル、右端は 95 パーセンタイルを示す。

全分野でみると高被引用度論文産出群では、中央値で15本、平均値で40本の論文を生み出しており、また通常群では、中央値で7本、平均値で18本の論文を生み出している。各分野で、論文数の中央値と平均値には大きな開きがあり、平均値の方が大きくなっている。これは各分野で、非常に多数の論文を生み出す研究プロジェクトが少数ではあるが存在するためである。科学研究における発見過程が不確実でありかつ累積的であることを反映していると考えられる¹。以下では、論文数の中央値を用いて議論を進める。

いずれの分野においても高被引用度論文産出群の方が多数の論文を生み出していることがわかる。全分野で比べると論文数の比率(15件/7件)は、研究の人月の比率(100人月/72人月)より大きく、研究資金の比率(3,000万円/600万円)よりは小さいことがわかる。論文数の分布をみると、高被引用度論文産出群では第三四分位置と第一四分位置の間隔が、通常群と比べて広い。

研究プロジェクトから生み出される論文数に、部門別で大きな違いは見られなかった(図表 1-39 (b))。

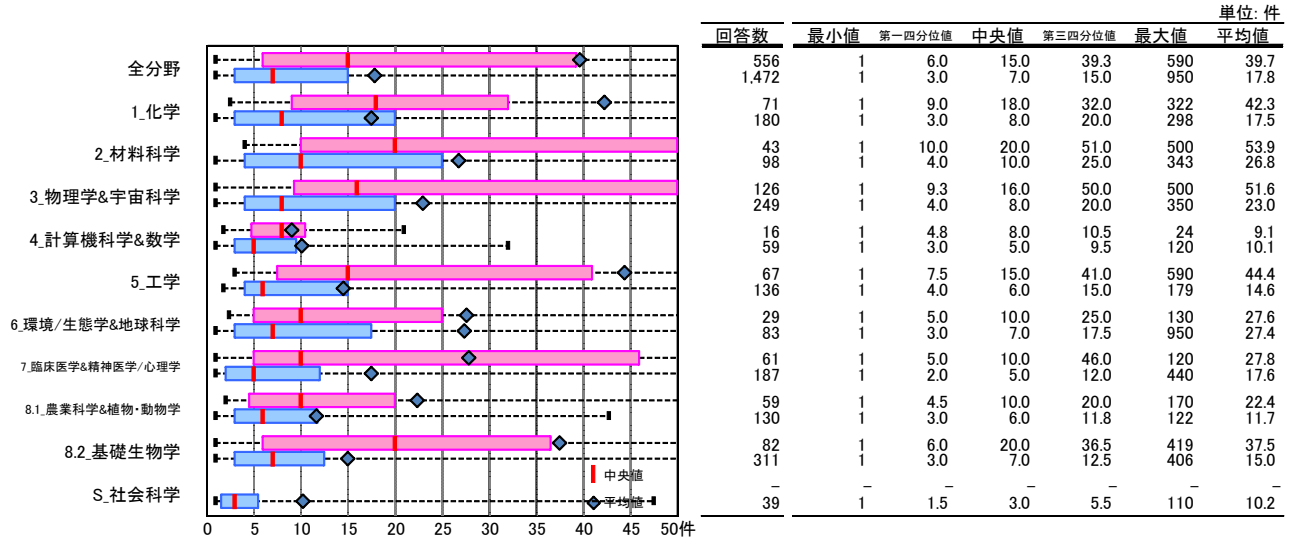
図表 1-38 研究プロジェクトがもたらした査読付き論文の言語別構成比



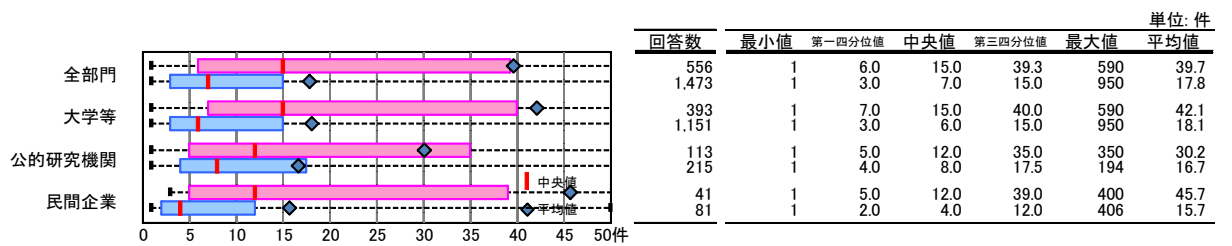
¹ Newman M. E. J. (2006), "Power laws, Pareto distributions and Zipf's law", Contemporary Physics, 46 ; 323 - 351

図表 1-39 研究プロジェクトがもたらした査読付き論文数の分布

(a)分野別



(b)部門別



注1: 赤の箱ひげ図が高被引用度論文産出群、青の箱ひげ図が通常群に対応している。箱の左端が第一四分位値、右端が第三四分位値に対応する。また、線記号は中央値、四角記号は平均値を示す。ひげの左端は5パーセンタイル、右端は95パーセンタイルを示す。

注2: 社会科学の高被引用度論文産出群については回答数が少ないので結果を示していない。

注3: 査読付き論文数は、日本語論文数、英語論文数、その他言語論文数の和である。査読付き論文数が0との回答は集計から除いた。

9-2 継続研究、受託研究、共同研究および技術指導

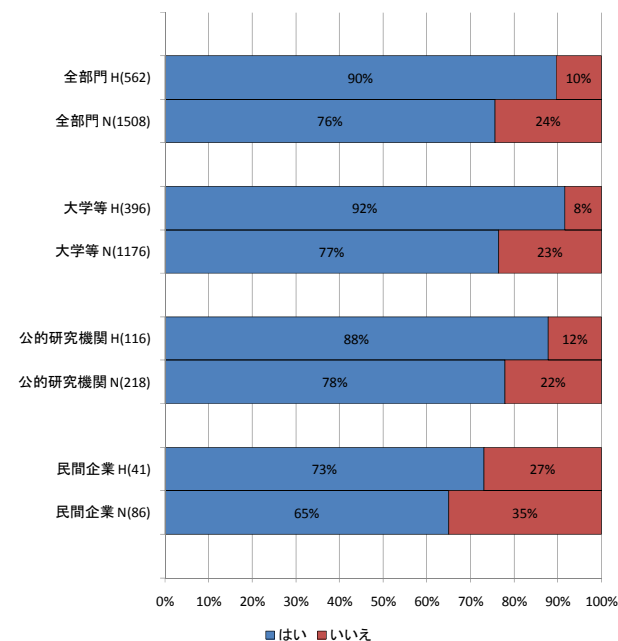
研究プロジェクトの多くは、継続研究を研究チームにもたらしている。高被引用度論文産出群と通常群を比較すると、高被引用度論文産出群の方が継続研究をもたらす比率が高いことがわかる(全部門では、高被引用度論文産出群で 90%、通常群で 76%)。部門別の傾向をみると、大学等と公的研究部門については同じ傾向であるが、民間企業については継続研究をもたらしていないという比率が高くなっている。

大多数の研究プロジェクトにおいて、継続研究をもたらしていない理由は(a)研究プロジェクトに区切りがあったであった。(f)メンバーの異動により、継続が不可能となったについては、20%近くが理由として挙げている。(g)その他の中の多くは、教授の退官など研究チームの変化についての要因を述べるものであり、研究チームのメンバーの異動や退官に伴い、研究プロジェクトが終了される事例が一定程度存在することがわかる。

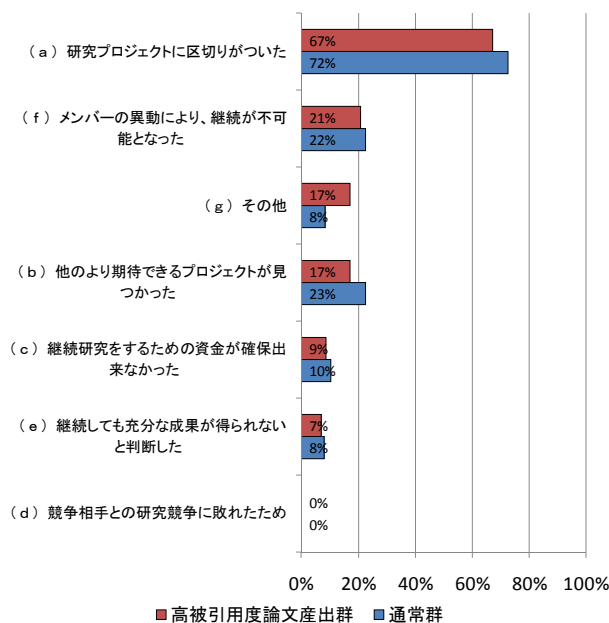
研究資金を要因として上げる回答(c)継続研究をするための資金が確保できなかったの比率は 10%程度と、それほど大きくない。(d)競争相手との研究競争に敗れたについては、1 件も該当がなかった。

図表 1-40 継続研究の有無と継続研究をもたらしていない理由

(a)継続研究の有無



(b)継続研究をもたらしていない理由



注 1: 各部門において上に示されているのが高被引用度論文産出群の結果、下に示されているのが通常群の結果である。

また、プロジェクトの研究成果やそれを通じて得られた研究能力が、外部機関からの受託研究、外部機関との共同研究、そして外部機関への技術指導にもつながっている。技術指導は主として企業がその対象であると考えられる(受託研究の資金ソースは企業の場合も公的な研究支援機関である場合もあると考えられる)。図表 1-41 に見るように、高被引用度論文産出群と通常群を比較すると、前者の方が、これらをもたらす比率がかなり高い(高被引用度論文産出群と通常群を比較して、受託研究では 40%対 23%、共同研究では 76%対 57%、技術指導では 38%対 27%)。

分野別にみると、高被引用度論文産出群の材料科学および基礎生物学が、受託研究、共同研究および技術指導それぞれの比率で上位 3 分野の中に入っており、研究成果が外部機関との連携の中で更に発展される、あるいはその成果が企業等に技術移転される可能性が高い。なお、継続研究と受託研究・共同研究は重なっていると考えられる場合もあるが、継続研究があっても受託研究・共同研究が無い場合もあり、逆に継続研究が無くても受託研究・共同研究が存在する場合もある。

図表 1-41 受託研究、共同研究、技術指導の状況

	回答数		受託研究をもたらしたプロジェクトの割合(%)		共同研究をもたらしたプロジェクトの割合(%)		技術指導をもたらしたプロジェクトの割合(%)	
	高被引用度論文産出群	通常群	高被引用度論文産出群	通常群	高被引用度論文産出群	通常群	高被引用度論文産出群	通常群
全分野	539	1,401	40.1%	23.4%	75.9%	57.0%	37.5%	27.4%
1_化学	65	142	40.0%	21.1%	76.9%	58.5%	30.8%	33.1%
2_材料科学	43	97	60.5%	39.2%	86.0%	63.9%	51.2%	35.1%
3_物理学&宇宙科学	119	238	31.9%	21.8%	75.6%	56.3%	24.4%	21.8%
4_計算機科学&数学	16	56	0.0%	14.3%	56.3%	35.7%	12.5%	12.5%
5_工学	65	132	56.9%	29.5%	67.7%	50.0%	40.0%	26.5%
6_環境/生態学&地球科学	30	82	36.7%	36.6%	70.0%	64.6%	16.7%	25.6%
7_臨床医学&精神医学/心理学	63	185	28.6%	16.2%	71.4%	47.0%	46.0%	24.3%
8.1_農業科学&植物・動物学	58	127	43.1%	26.0%	79.3%	66.1%	44.8%	37.0%
8.2_基礎生物学	78	308	44.9%	21.1%	84.6%	65.6%	55.1%	29.5%
S_社会科学	2	34	-	8.8%	-	20.6%	-	14.7%

注1: 受託研究、共同研究、技術指導: 機関数が1以上となっている回答をカウント。

9-3 研究プロジェクトを通じた人材育成

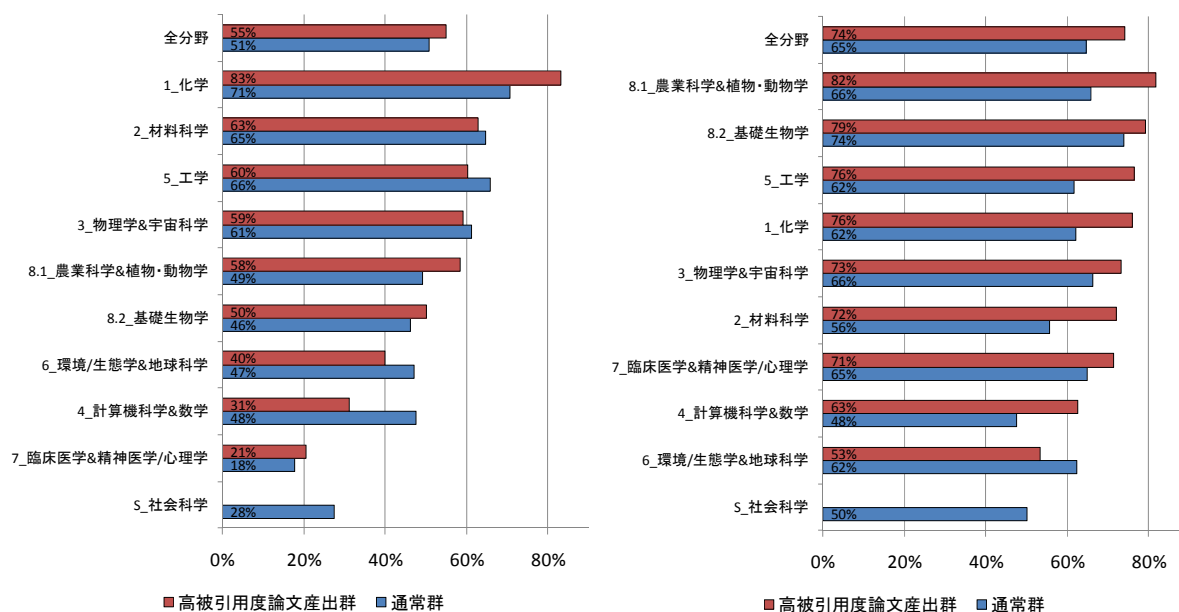
研究プロジェクトを通じた人材育成の状況を見るために、修士号取得者や博士号取得者を生み出した研究プロジェクトの比率を分野毎に示す(図表 1-42)。全分野でみると、研究プロジェクトの約 5 割が修士号取得者を生み出し、約 7 割が博士号取得者を生み出している。全般的にみると修士号取得者よりも、博士号取得者を生み出した研究プロジェクトの方が多いことがわかる。

図表 1-31 に示した筆頭著者の地位を見てもわかるように、学生の中で論文として成果が発表されるような研究プロジェクトに主に関与するのは博士課程後期の大学院生であることから、修士号よりも博士号取得者の比率が多くなることが考えられる。高被引用度論文産出群の方が、博士号取得者を生み出す割合が高い傾向にある。

図表 1-42 研究プロジェクトを通じた人材育成

(a) 修士号取得者を生み出した研究プロジェクトの比率

(b) 博士号取得者を生み出した研究プロジェクトの比率



注1: (a)修士号取得者(生誕国が日本、生誕国が日本以外)の和が1以上の研究プロジェクトの比率。(b)博士号取得者(生誕国が日本、生誕国が日本以外)の和が1以上の研究プロジェクトの比率。

9-4 特許出願、実施許諾あるいは譲渡の状況

次に、特許出願、実施許諾あるいは譲渡の状況をみる(図表 1-43 および図表 1-44)。全部門に注目すると高被引用度論文産出群の 42%、通常群の 23%が特許出願につながっている。高被引用度論文産出群の方が、特許出願につながる比率が高い。また、図表 1-44 に示すように、その中で外国出願を行った割合は、高被引用度論文産出群で 62%、通常群で 50%である¹。

部門別にみると民間企業の研究プロジェクトについては、特許出願につながるものが多く、高被引用度論文産出群の 78%、通常群の 63%から特許が出願されている。

大学等の研究プロジェクトにおいても、高被引用度論文産出群の 36%、通常群の 19%から特許が出願されている。特に後者においても約 20%の特許出願があることから、大学等の研究プロジェクトから得られた研究成果の一定割合が特許出願につながっていることがわかる。

大学等と公的研究機関を比較すると、公的研究機関の研究プロジェクトの方が特許出願をしている比率が高い傾向にある。公的研究機関の高被引用度論文産出群の約 50%が特許出願につながっている。

特許等の実施許諾や譲渡については²、全分野で見ると高被引用度論文産出群の方が実施許諾あるいは譲渡される可能性が高く、特に実施許諾の割合が高い(高被引用度論文産出群で 7.5%、通常群で 3.6%)。但し民間企業では、高被引用度論文産出群よりも通常群の実施許諾または譲渡が多く、特に譲渡は 18%に達している。民間企業では、高被引用度論文産出群に入る高い成果は自己実施するが、その他の成果もできるだけ有効活用しようとするため、通常群の実施許諾や譲渡比率が高くなるのではないだろうか。

図表 1-45 に示すように、実施許諾あるいは譲渡に当たって多くの事例で同時にノウハウの供与もされている(全分野において高被引用度論文産出群の 73%、通常群で 80%)。このことは、開発研究の実施などを含めて、実施許諾の対象となった発明等は何らかの形で利用されていることを示唆している³。なお、実施許諾、ライセンスの回答の約 2 割が不明であり、実際には多少これより多い可能性がある。

次に、分野別の差を概観する。特許出願の割合は、材料科学、化学、工学で特に高く、高被引用度論文産出群では 50%を超える(図表 1-44)。外国出願比率は大きな差は無いが、高被引用度論文群の臨床医学&精神医学/心理学で 78%と高い。医薬分野における米国市場、米国における臨床試験の重要性を反映していると考えられる。実施許諾されている割合については、高被引用度論文産出群では、化学、材料科学、基礎生物学で 10%を超えており、通常群では材料科学、基礎生物学で 5%を超えている(図表 1-45)。

最後に図表 1-46 によって、実施許諾先の企業の類型を見る。ここでは高被引用度論文産出群において実施許諾が行われた事例に注目する。従業員数 250 名以上の企業が約 4 分の 3 であり、比較的に大きな企業が多い。また設立 5 年以内の企業に実施許諾された割合は、約 4 分の 1 であり、新たな知見の商業化にスタートアップ企業が比較的に重要な役割を果たしていることが分かる。

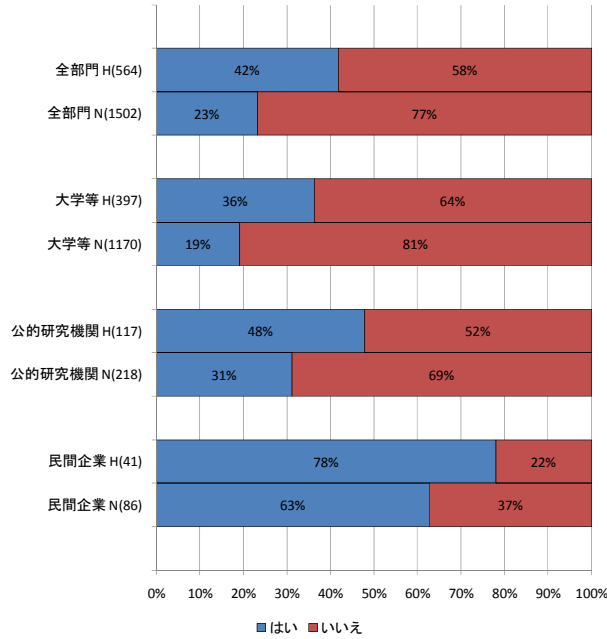
¹ 外国出願の件数を国内出願と比較するとかなり小さいことが推計される。

² 大学の研究者あるいは大学は特許出願をする権利自体を企業に譲渡する可能性があり、またノウハウの実施許諾もあるので、特許出願をしていないプロジェクトの研究成果がライセンスないし譲渡される可能性もある。

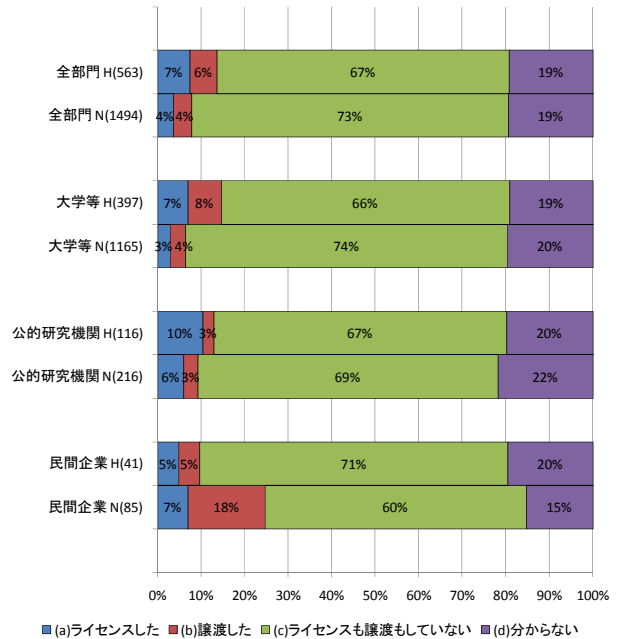
³ 企業がブロッキング(他社へのライセンス)を目的に大学発明の独占的な実施許諾あるいは譲渡を受ける可能性も否定できないが、本調査はそうした区別を可能としていない。

図表 1-43 特許出願、実施許諾あるいは譲渡の状況

(a)特許出願の有無



(b)実施許諾あるいは譲渡の状況



注1: 各部門において上に示されているのが高被引用度論文産出群の結果、下に示されているのが通常群の結果である。

図表 1-44 分野別の特許出願、外国出願の状況

	特許出願をしたプロジェクトの件数		特許出願をしたプロジェクトの割合(%)		特許出願したプロジェクトの中で、外国出願をした割合(%)	
	高被引用度論文産出群	通常群	高被引用度論文産出群	通常群	高被引用度論文産出群	通常群
全分野	236	350	41.8%	23.3%	62.1%	50.0%
1_化学	43	64	60.6%	36.4%	62.8%	40.6%
2_材料科学	33	46	76.7%	46.5%	66.7%	39.1%
3_物理学&宇宙科学	43	51	33.9%	20.2%	61.9%	54.9%
4_計算機科学&数学	4	16	-	26.2%	-	75.0%
5_工学	40	44	58.8%	32.1%	57.5%	47.7%
6_環境/生態学&地球科学	1	7	-	8.2%	-	57.1%
7_臨床医学&精神医学/心理学	18	17	27.3%	8.6%	77.8%	52.9%
8.1_農業科学&植物・動物学	24	30	40.0%	22.7%	62.5%	43.3%
8.2_基礎生物学	30	75	37.0%	23.4%	56.7%	58.7%
S_社会科学	-	-	-	-	-	-
「はい」の回答数	236	350	236	350	146	175
回答数	564	1,500	564	1,500	235	350

注1: 計算機科学&数学、環境/生態学&地球科学、社会科学の高被引用度論文産出群と社会科学の通常群については回答数が少ないので結果を示していない。

図表 1-45 分野別の実施許諾あるいは譲渡およびノウハウ供与の状況

	研究成果が実施許諾されている割合(%)		実施許諾または譲渡されている割合(%)		実施許諾または譲渡に当たりノウハウ供与がされている割合(%)	
	高被引用度論文産出群	通常群	高被引用度論文産出群	通常群	高被引用度論文産出群	通常群
全分野	7.5%	3.6%	13.7%	7.8%	72.7%	79.5%
1_化学	12.7%	3.6%	19.7%	11.4%	92.9%	84.2%
2_材料科学	14.0%	7.1%	27.9%	18.2%	83.3%	77.8%
3_物理学&宇宙科学	1.6%	1.2%	4.0%	4.3%	80.0%	70.0%
4_計算機科学&数学	-	4.9%	-	8.2%	-	100.0%
5_工学	5.9%	2.9%	16.2%	8.0%	45.5%	90.0%
6_環境/生態学&地球科学	0.0%	2.4%	3.3%	3.5%	-	100.0%
7_臨床医学&精神医学/心理学	7.6%	3.0%	13.6%	3.0%	77.8%	100.0%
8.1_農業科学&植物・動物学	6.8%	2.3%	15.3%	9.8%	55.6%	84.6%
8.2_基礎生物学	12.2%	5.9%	17.1%	9.7%	64.3%	65.5%
S_社会科学	-	-	-	-	-	-
「はい」の回答数	42	53	77	117	56	89
回答数	563	1,492	563	1,492	77	112

注1: 実施許諾、譲渡について2割程度「(d)分からない」の回答があった。

注2: 計算機科学&数学、環境/生態学&地球科学、社会科学の高被引用度論文産出群と社会科学の通常群については回答数が少ないので結果を示していない。

図表 1-46 実施許諾先の企業類型

	従業員数 0~9人	従業員数 10~49人	従業員数 50~249人	従業員数 250人以上	スタートアップの平均	合計
構成	11.7%	11.7%	10.4%	74.0%		83
スタートアップの割合	77.8%	66.7%	12.5%	8.8%	22.9%	19

注1: 高被引用度論文産出群全体についての分析結果。

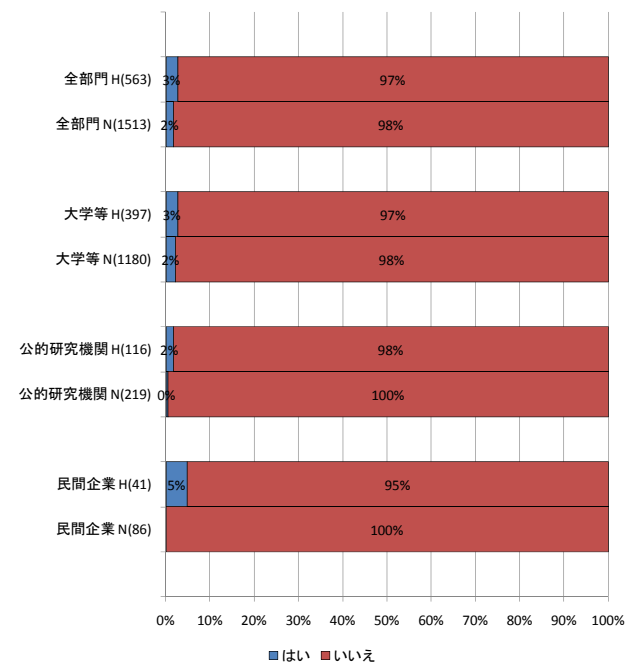
9-5 スタートアップ企業の新規設立と標準化

新規のスタートアップ企業につながる研究プロジェクトは数%(全部門の高被引用度論文産出群で2.7%)と小さい。但し、新規にスタートアップ企業につながらなかった場合も、6%強の事例ではスタートアップ企業を真剣に検討したと回答されている。合計すれば10%弱となり、必ずしもスタートアップ企業への意識は弱くない。スタートアップ企業を支える制度には日米で大きな差があり、その影響を含めて、米国調査の結果による比較分析を待つ必要がある。

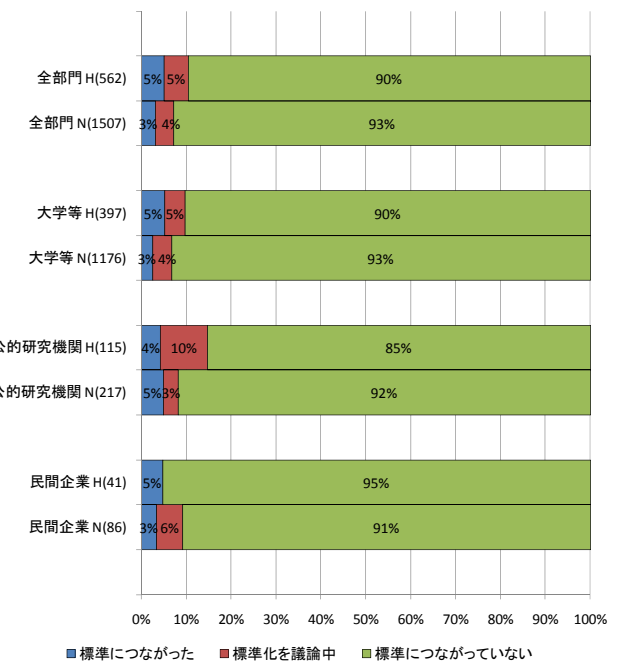
標準化についても、大学等を含むいずれの部門においても、標準につながった、標準化を議論中との回答が10%前後の研究プロジェクトから得られた。具体的にどのような標準に結びついたかについては、今後分析を進めていく予定である。

図表 1-47 スタートアップ企業および標準化の状況

(a) スタートアップ企業の状況



(b) 標準化の状況



注 1: 各部門において上に示されているのが高被引用度論文産出群の結果、下に示されているのが通常群の結果である。

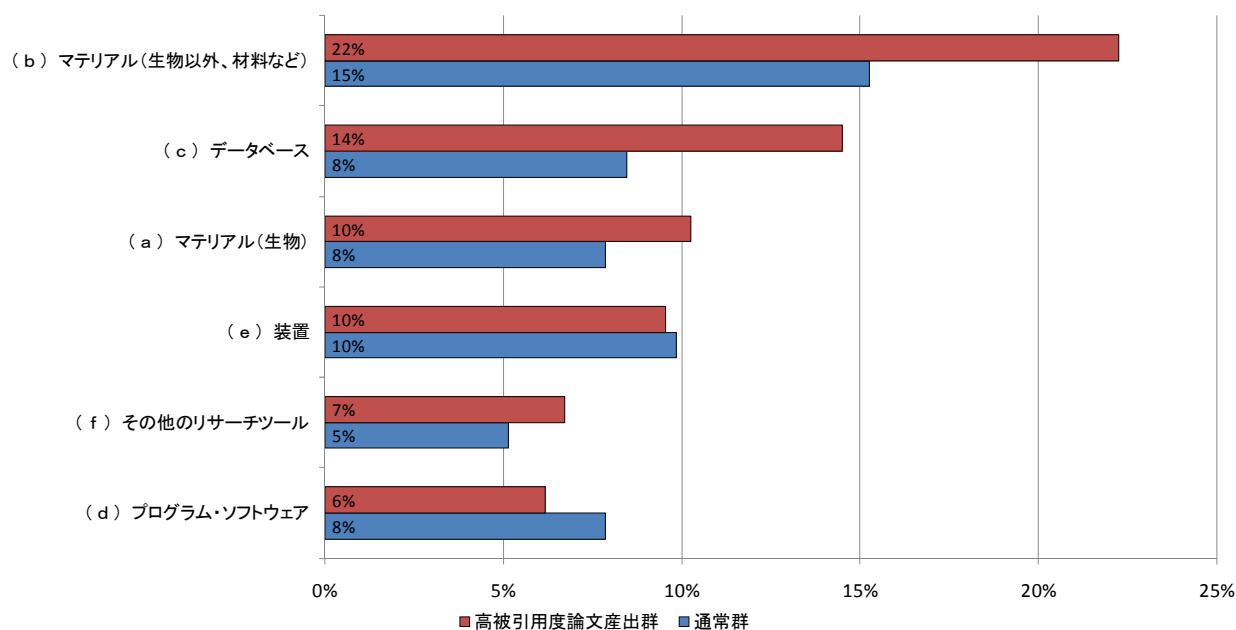
9-6 マテリアルなどその他の成果

研究プロジェクトから生まれる研究成果は多様である。多くの研究プロジェクトで、論文、特許などの他にも、マテリアル、データベース、ソフトウェアなど、研究チーム以外の他者も利用できるさまざまな成果が生み出されている(以下では「リサーチツール」)。高被引用度論文産出群の 32%(生物 10%、生物以外 22%)、通常群でも 23%(生物 8%、生物以外 15%)が、何かしらのマテリアルを成果として産出している。

また、高被引用度論文産出群の 14%がデータベース(データベースの開発、データの提供)、10%が装置、6%がプログラム・ソフトウェアの成果を生み出している(通常群では、それぞれ 8%、10%、8%)。

高被引用度論文産出群と通常群を比較すると、マテリアル、データベースについては高被引用度論文産出群の方が多くの成果を生み出している。

図表 1-48 その他の成果の状況



注 1: その他の研究成果として、6 項目の中で該当するもの全てを選択する形式。
 注 2: 全分野についての集計結果。

9-7 研究プロジェクトのアウトプットとインパクトの全体状況

最後に、研究プロジェクトから生まれるアウトプットとインパクトの全体状況を、図表 1-49 にまとめる。各項目は、高被引用度論文産出群において該当数が多い順で並んでいる。研究プロジェクトからは多様なアウトプットとインパクトが生み出されていることが分かる。高被引用度論文産出群および通常群の両者で、継続研究、共同研究・受託研究、博士号取得者、修士号取得者、リサーチツールが、それぞれ40%以上の研究プロジェクトでもたらされている。高被引用度論文産出群ではポストドクターのトレーニングが63%で行われており、特許出願した研究プロジェクトも40%を超えている。

高被引用度論文産出群と通常群を比較すると、多くの項目で前者においてアウトプットやインパクトがもたらされている比率が高いことが分かる。

図表 1-49 研究プロジェクトのアウトプットとインパクトの全体状況

	高被引用度論文産出群			通常群			(a)/(b)
	該当数	回答数	割合(a)	該当数	回答数	割合(b)	
査読付き論文	556	556	100%	1,472	1,472	100%	1.0
継続研究	504	562	90%	1,142	1,508	76%	1.2
共同研究・受託研究	428	539	79%	853	1,403	61%	1.3
博士号取得者	416	562	74%	974	1,509	65%	1.1
ポストドクターとしてのトレーニング	354	562	63%	571	1,506	38%	1.7
修士号取得者	309	562	55%	764	1,506	51%	1.1
リサーチツール	284	566	50%	654	1,515	43%	1.2
特許出願	236	564	42%	350	1,502	23%	1.8
技術指導	202	539	37%	385	1,403	27%	1.4
実施許諾や譲渡	77	563	14%	117	1,494	8%	1.7
チームメンバーあるいは所属機関による商業化	61	564	11%	155	1,507	10%	1.1
標準	59	562	10%	110	1,507	7%	1.4
スタートアップ企業	15	563	3%	27	1,513	2%	1.5

注1: 継続研究: 継続研究をもたらしたに「はい」と回答された数。

注2: 受託研究、共同研究、技術指導: 機関数が1以上となっている回答をカウント。

注3: 博士号取得者、修士号取得者、ポストドクターとしてのトレーニング: 取得者数やトレーニング数が1人以上となっている回答をカウント。

注4: リサーチツール: マテリアル[生物]、マテリアル[生物以外、材料など]、データベース、プログラム・ソフトウェア、装置、その他の6項目中で、1つでもチェックがついたものをカウント。

注5: 特許出願: 特許出願につながったかに「はい」と回答された数。

注6: 実施許諾や譲渡: 「ライセンスした」もしくは「譲渡した」と回答された数。

注7: チームメンバーあるいは所属機関による商業化: 「実施された」と回答された数。

注8: 標準: 「標準につながった」、「標準化を議論中」と回答された数。

注9: スタートアップ企業: ベンチャー企業の設立につながったかに「はい」と回答された数。

参考文献

- [1] 阪 彩香、桑原 輝隆、2008、「世界の研究活動の動的変化とそれを踏まえた我が国の科学研究のベンチマーキング」、文部科学省科学技術政策研究所 調査資料-158、2008年9月。
- [2] 阪 彩香、伊神 正貫、桑原 輝隆、2010、「サイエンスマップ 2008」、文部科学省科学技術政策研究所 NISTEP REPORT No.139、2010年5月。
- [3] 富澤 宏之、林 隆之、山下 泰弘、近藤 正幸、2006、「優れた成果をあげた研究活動の特性: トップリサーチャーから見た科学技術政策の効果と研究開発水準に関する調査報告書」、文部科学省科学技術政策研究所 調査資料-122、2006年3月
- [4] Jones B. F., S. Wuchy and B. Uzzi, 2008, “Multi-University Research Teams: shifting impact, geography, and stratification in science,” *Science*, Vol. 322, November 21.
- [5] Merton, R.K., 1973, *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- [6] Newman M. E. J., 2006, “Power laws, Pareto distributions and Zipf’s law”, *Contemporary Physics*, 46, 323-351
- [7] Stephan, P., 2010, “The Economics of Science,” in Hall, B.H. and N. Rosenberg (eds.), *Handbook of The Economics of Innovation*, Elsevier.
- [8] Stokes, D.E., 1997, *Pasteur’s Quadrant: Basic Science and Technological Innovation*, Brooking Institution Press.

第2部 調査方法

1 回答者の選出

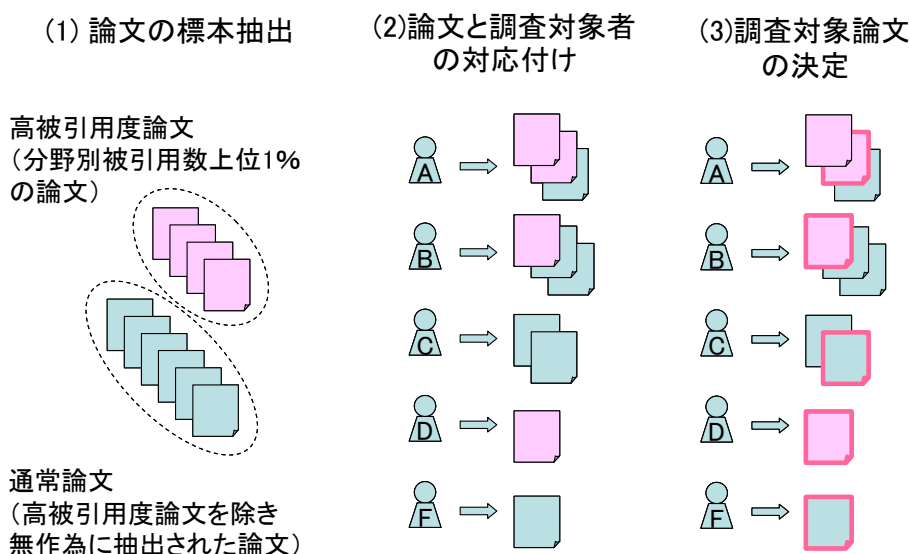
本調査では研究プロジェクトを分析の単位とし、研究者への包括的な質問票調査を通じて、科学の全分野について研究プロジェクトに関する情報を収集した。

研究プロジェクトの把握には論文を用いた。具体的には、回答者に一つの論文を示し、その論文およびそれに密接に関連する研究成果を生み出した、ひとまとまりと見なせる一連の研究活動を研究プロジェクトとして定義した。

研究プロジェクトの範囲の決め方は主観的であり、回答者によって範囲の決め方が異なる。本調査では、研究資金などのインプットと研究プロジェクトから得られた論文などのアウトプットの整合性を保った形で把握することで、研究プロジェクトの範囲の決め方の問題の解決を図った。

調査対象論文と調査対象者の決定手順を図表 2-1 に示す。調査対象論文は(1)論文標本の抽出、(2)論文と調査対象者の対応付け、(3)調査対象論文の決定の3ステップを経て行われた。以下に各ステップについて手順を説明する。

図表 2-1 調査対象論文と調査対象者の決定手順



1-1 論文標本の抽出

1-1-1 母集団

論文の母集団としてはトムソン・ロイター社の Web of Science に含まれる Articles と Letters を用いた。Review については、過去の研究を概説するという意味合いが強く、研究プロジェクトとは直接の関わりが無い可能性が高いため母集団には含めなかった。対象年は 2001 年～2006 年(データベース年)とした。データベース年とは論文がデータベースに収録された年である。原則として論文の出版年と同じ年であるが、データベースへの収録時期が遅れた場合などは、出版年とデータベース年の間に相違が生じることもある。

なお、本調査で用いた書誌情報や被引用数は 2006 年 12 月末時点の情報である。Web of Science は定期的に更新されており、データにアクセスした時点によって被引用数などの情報が変化する。書誌情報についても訂正が加えられる場合がある。従って、以下に述べる統計情報(被引用数など)は 2006 年 12 月末時点の情報である点に留意が必要である。

分野分類にはトムソン・ロイター社の Essential Science Indicators で用いられている 22 分野分類を用いた(以降ではジャーナル分野と呼ぶ)。ジャーナル分野はジャーナル単位で決定されている。ジャーナル分野の分類はトムソン・ロイター社のホームページ(<http://in-cites.com/journal-list/index.html>)で公開されているリスト(2008 年 4 月 30 日時点)を用いて行った。

なお、科学技術政策研究所に導入されているデータベースは自然科学系の論文を中心に収録されている Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)であるため、経済学・経営学、社会科学・一般については他の分野と比べてジャーナルの収録範囲が小さくなっている。これらの分野の論文を詳細に分析するには、社会科学系の論文を中心に収録している Social Sciences Citation Index (SSCI)を用いる必要がある。

Web of Science に収録されているジャーナル分野別のジャーナル数と論文数を図表 2-2 に示す。2001 年から 2006 年の間に、約 500 万件の論文が収録されていることがわかる。

図表 2-2 ジャーナル分野別のジャーナル数と論文数(2001 年～2006 年)

ジャーナル分野	ジャーナル数	ジャーナル数 (%)	論文数	論文数 (%)
農業科学	214	2.2%	95,932	2.0%
生物学・生化学	397	4.0%	283,792	5.8%
化学	544	5.5%	619,452	12.6%
臨床医学	1,488	15.0%	1,134,128	23.1%
計算機科学	262	2.6%	89,551	1.8%
経済学・経営学	39	0.4%	10,275	0.2%
工学	777	7.8%	421,182	8.6%
環境/生態学	228	2.3%	131,131	2.7%
地球科学	313	3.1%	141,290	2.9%
免疫学	83	0.8%	61,009	1.2%
材料科学	277	2.8%	218,687	4.5%
数学	312	3.1%	127,177	2.6%
微生物学	114	1.1%	80,682	1.6%
分子生物学・遺伝学	230	2.3%	131,468	2.7%
複合領域	25	0.3%	51,475	1.0%
神経科学・行動学	209	2.1%	154,464	3.1%
薬学・毒性学	147	1.5%	83,291	1.7%
物理学	319	3.2%	485,010	9.9%
植物・動物学	643	6.5%	282,461	5.7%
精神医学/心理学	109	1.1%	42,569	0.9%
社会科学・一般	141	1.4%	41,175	0.8%
宇宙科学	50	0.5%	58,686	1.2%
その他	3,028	30.4%	168,989	3.4%
合計	9,949	100.0%	4,913,876	100.0%

注 1: トムソン・ロイター社 Web of Science をもとに科学技術政策研究所において集計。

注 2: ジャーナルの分野分類はトムソン・ロイター社のホームページ(<http://in-cites.com/journal-list/index.html>)で公開されているリスト(2008 年 4 月 30 日時点)を用いておこなった。

注 3: 論文数は Articles と Letters を集計した結果。

1-1-2 高被引用度論文と通常論文

上記の母集団から、論文標本を次の 2 つの方法で抽出した¹。日本に所在する機関が関係している研究プロジェクトを抽出するために、いずれかの著者の所属機関に、日本に所在する機関が含まれている論文(以降、日本論文と呼ぶ)を抽出した。図表 2-3 にジャーナル分野別の日本論文数を示す。被引用数のジャーナル分野依存性や時間依存性を除くために 2001 年～2006 年の各年、22 ジャーナル分野別に論文を抽出(層化抽出)した。

¹ エルゼビア社の SCOPUS を用いて 2005 年に出版された論文(ジャーナルに掲載された article, letter, note, review)の 2009 年 12 月末時点の被引用数を分析すると、上位 1%の論文で 2005 年に出版された論文の被引用数全体の約 17%を占め、上位 10%の論文で 2005 年に出版された論文の被引用数全体の約 55%を占める。また、被引用数が 0 の論文も全体の約 30%を占める。このように論文の被引用数は非常に偏った分布をしていることから、高被引用度論文と通常論文の 2 つの論文標本を抽出した。

① 高被引用度論文

各年、各ジャーナル分野(22 ジャーナル分野)において被引用数上位 1%の論文¹(高被引用度論文)で、いずれかの著者の所属機関に、日本に所在する機関が含まれている論文。

② 通常論文

本調査の母集団のうち、高被引用度論文を除いた全論文から、いずれかの著者の所属機関に、日本に所在する機関が含まれているものを、各年、各ジャーナル分野(22 ジャーナル分野)で無作為に抽出したもの。

図表 2-3 ジャーナル分野別の日本論文数(2001年～2006年)

ジャーナル分野	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2001 - 2006	2001 - 2006 (%)
農業科学	1,110	1,130	1,169	996	1,277	1,185	6,867	1.5%
生物学・生化学	5,732	5,442	5,779	5,231	5,607	4,949	32,740	7.3%
化学	10,769	10,696	10,934	10,337	11,357	10,098	64,191	14.4%
臨床医学	15,863	15,874	16,275	14,486	16,420	14,787	93,705	21.0%
計算機科学	854	842	1,017	876	1,121	968	5,678	1.3%
経済学・経営学	29	25	37	20	38	35	184	0.0%
工学	5,988	5,582	6,733	5,707	6,204	5,903	36,117	8.1%
環境/生態学	798	745	858	884	932	1,045	5,262	1.2%
地球科学	1,203	1,227	1,579	1,547	1,819	1,726	9,101	2.0%
免疫学	975	959	893	865	884	748	5,324	1.2%
材料科学	4,336	4,550	4,544	4,435	4,516	4,725	27,106	6.1%
数学	1,211	1,120	1,270	1,149	1,162	1,121	7,033	1.6%
微生物学	1,246	1,176	1,264	1,218	1,331	1,246	7,481	1.7%
分子生物学・遺伝学	2,287	2,196	2,262	2,266	2,300	2,253	13,564	3.0%
複合領域	385	374	370	395	398	439	2,361	0.5%
神経科学・行動学	2,443	2,346	2,517	2,261	2,467	2,109	14,143	3.2%
薬学・毒性学	1,761	1,822	1,848	1,723	1,929	1,644	10,727	2.4%
物理学	7,930	9,197	10,474	8,993	11,280	10,362	58,236	13.1%
植物・動物学	3,192	3,148	3,400	3,310	3,652	3,684	20,386	4.6%
精神医学/心理学	137	151	144	156	195	167	950	0.2%
社会科学・一般	58	82	122	133	130	197	722	0.2%
宇宙科学	641	591	683	648	635	700	3,898	0.9%
その他	4,289	2,757	4,794	4,164	3,070	987	20,061	4.5%
合計	73,237	72,032	78,966	71,800	78,724	71,078	445,837	100.0%

注 1: トムソン・ロイター社 Web of Science をもとに科学技術政策研究所において集計。

注 2: 論文数は Articles と Letters を集計した結果。いずれかの著者の所属機関に、日本に所在する機関が含まれている論文を集計した結果。

1-1-3 目標抽出標本数

高被引用度論文は全論文を抽出した。通常論文については、原則、高被引用度論文の 2 倍を抽出した。例えば、ジャーナル分野 A、データベース年 Y の高被引用度論文数が $N_{HC}(A, Y)$ の場合、ジャーナル分野 A、データベース年 Y の通常論文数は $2 \times N_{HC}(A, Y)$ とした。

なお、各ジャーナル分野における最小目標抽出標本数を 170 に設定した。具体的には、ジャーナル分野 A の高被引用度論文数の 3 倍が 170 に達しない場合、抽出標本数が 170 となるように、通常論文数を $2 \times N_{HC}(A, Y)$ より多く抽出した $[\Delta_{HC}(A)]$ 。なお、 $\Delta_{HC}(A)$ は 2001 年～2006 年の各データベース年に一様に分配した。ジャーナル分野のうち、経済学・経営学と社会科学・一般は日本論文が少ない(2001 年～2006 年における高被引用度論文数は両分野を合計して 13 件)ため統合した。抽出標本数が 170 となるように追加した論文については、経済学・経営学と社会科学・一般から同じ重みで抽出している。

図表 2-4 から図表 2-6 にジャーナル分野、年別の目標抽出標本数、高被引用度論文数、通常論文数を示した。農業科学、計算機科学、環境/生態学、地球科学、免疫学、数学、微生物学、神経科学・行動学、薬学・毒性学、精神医学/心理学、宇宙科学、経済学・経営学&社会科学・一般の 12 分野において、抽出標本数を 170 とするために、通常論文を高被引用度論文数の 2 倍より多く抽出した。全ジャーナル分野における目標抽出標本数は 9,558 件となった。

¹ なお、被引用数をカウントする際には、自己引用を除くことはしていない。特に高被引用度論文においては、著者数が多く、国際共著率も高いことから、どこまでが自己引用であるかの判断は難しい。

図表 2-4 ジャーナル分野、年別の目標抽出標本数(2001年～2006年)

ジャーナル分野	2001	2002	2003	2004	2005	2006	合計
農業科学	33	42	26	20	23	26	170
生物学・生化学	60	63	72	48	69	87	399
化学	135	168	195	174	180	159	1,011
臨床医学	237	225	210	198	240	210	1,320
計算機科学	11	32	31	31	31	34	170
工学	138	60	168	129	120	123	738
環境/生態学	24	24	23	32	32	35	170
地球科学	23	29	32	26	26	34	170
免疫学	24	33	41	26	32	14	170
材料科学	90	105	69	123	105	114	606
数学	21	18	35	29	38	29	170
微生物学	26	26	19	28	37	34	170
分子生物学・遺伝学	30	27	27	45	48	45	222
複合領域	249	210	255	240	183	132	1,269
神経科学・行動学	32	20	35	20	29	34	170
薬学・毒性学	37	25	19	19	31	39	170
物理学	264	216	258	249	294	255	1,536
植物・動物学	54	48	57	102	66	90	417
精神医学/心理学	30	24	26	29	32	29	170
宇宙科学	22	31	42	27	27	21	170
経済学・経営学&社会科学・一般	25	28	28	25	22	42	170
合計	1,565	1,454	1,668	1,620	1,665	1,586	9,558

注1: トムソン・ロイター社 Web of Science をもとに科学技術政策研究所において集計。

注2: 論文数は Articles と Letters を集計した結果。いずれかの著者の所属機関に、日本に所在する機関が含まれている論文を集計した結果。

注3: 黄色のセルで示した分野については、通常論文数が高被引用度論文の2倍以上になっている。

図表 2-5 ジャーナル分野、年別の高被引用度論文数 (2001年～2006年)

ジャーナル分野	2001	2002	2003	2004	2005	2006	合計
農業科学	7	10	5	3	4	5	34
生物学・生化学	20	21	24	16	23	29	133
化学	45	56	65	58	60	53	337
臨床医学	79	75	70	66	80	70	440
計算機科学	2	9	9	9	9	10	48
工学	46	20	56	43	40	41	246
環境/生態学	2	2	2	5	5	6	22
地球科学	7	9	10	8	8	11	53
免疫学	5	8	11	6	8	2	40
材料科学	30	35	23	41	35	38	202
数学	2	1	7	5	8	5	28
微生物学	2	2	0	3	6	5	18
分子生物学・遺伝学	10	9	9	15	16	15	74
複合領域	83	70	85	80	61	44	423
神経科学・行動学	10	6	11	6	9	11	53
薬学・毒性学	8	4	2	2	6	9	31
物理学	88	72	86	83	98	85	512
植物・動物学	18	16	19	34	22	30	139
精神医学/心理学	2	0	1	2	3	2	10
宇宙科学	6	9	13	8	8	6	50
経済学・経営学&社会科学・一般	1	2	2	1	0	7	13
合計	473	436	510	494	509	484	2,906

注1: トムソン・ロイター社 Web of Science をもとに科学技術政策研究所において集計。

注2: 論文数は Articles と Letters を集計した結果。いずれかの著者の所属機関に、日本に所在する機関が含まれている論文を集計した結果。

図表 2-6 ジャーナル分野、年別の通常論文数 (2001 年～2006 年)

ジャーナル分野	2001	2002	2003	2004	2005	2006	合計
農業科学	26	32	21	17	19	21	136
生物学・生化学	40	42	48	32	46	58	266
化学	90	112	130	116	120	106	674
臨床医学	158	150	140	132	160	140	880
計算機科学	9	23	22	22	22	24	122
工学	92	40	112	86	80	82	492
環境/生態学	22	22	21	27	27	29	148
地球科学	16	20	22	18	18	23	117
免疫学	19	25	30	20	24	12	130
材料科学	60	70	46	82	70	76	404
数学	19	17	28	24	30	24	142
微生物学	24	24	19	25	31	29	152
分子生物学・遺伝学	20	18	18	30	32	30	148
複合領域	166	140	170	160	122	88	846
神経科学・行動学	22	14	24	14	20	23	117
薬学・毒性学	29	21	17	17	25	30	139
物理学	176	144	172	166	196	170	1,024
植物・動物学	36	32	38	68	44	60	278
精神医学/心理学	28	24	25	27	29	27	160
宇宙科学	16	22	29	19	19	15	120
経済学・経営学&社会科学・一般	24	26	26	24	22	35	157
合計	1,092	1,018	1,158	1,126	1,156	1,102	6,652

注 1: トムソン・ロイター社 Web of Science をもとに科学技術政策研究所において集計。

注 2: 論文数は Articles と Letters を集計した結果。いずれかの著者の所属機関に、日本に所在する機関が含まれている論文を集計した結果。

注 3: 黄色のセルで示した分野については、通常論文数が高被引用度論文の 2 倍以上になっている。

1-1-4 標本抽出の結果

標本抽出の結果を図表 2-7 に示す。実際に設定した標本数(10,012 件)は、当初の目標抽出標本数(9,558 件)より多くなった。

図表 2-7 標本抽出の結果

	標本数 (当初目標)	標本数 (設定)
高被引用度論文	2,906	2,906
通常論文	6,652	7,106
全標本数	9,558	10,012

1-2 論文と調査対象者の対応付け

1-2-1 調査対象者の選定方針

本調査では、研究プロジェクトのインプット、アウトプット、研究マネジメントなどについての情報を尋ねることから、研究プロジェクトのマネジメントを行った研究者が望ましい回答者である。そこで、論文に責任著者についての情報があり、責任著者が日本に所在する機関に所属している場合、その研究者を第一の候補とした。1)責任著者の情報がない、2)責任著者が外国機関に所属している場合については、論文投稿時に日本機関に所属していた著者を候補とした。

ただし、以下の理由から論文の書誌情報からのみでは調査対象となる研究者についての十分な情報が得られず、調査対象者の氏名や連絡先を改めて調べる必要がある。

- 標本抽出を行った論文データベース Web of Science では責任著者については、著者の所属が収録されているが、他の著者と所属機関の対応についての情報が存在しない。
- 論文投稿時点から著者が異動している可能性がある。
- 著者名のローマ字表記(名前がイニシャル)しか分からない。

1-2-2 調査対象者となる研究者の氏名や連絡先の同定

インターネット上の情報を用いて、調査対象候補者の現在の連絡先(住所と電子メール、もしくはいずれか一方)の検索を行った。もし、住所も電子メールも不明な場合、次の候補者を検索した。その際、ジャーナル分野によって著者の検索順を調整した。これは、責任著者の位置が分野によって異なるためである。責任著者が最終著者である場合が多いジャーナル分野については最終著者から筆頭著者の向き、責任著者が筆頭著者である場合が多いジャーナル分野については筆頭著者から最終著者の向きに検索を行った。

情報検索の際には、研究者のホームページ、Google Scholar、ジャーナルのホームページ、PubMed、esp@cnet(欧州特許庁が提供する特許データベース)、ReaD(研究開発支援総合ディレクトリ)などを活用した。研究者のホームページについては、維持管理がされていない場合も多かった。この研究者の連絡先の同定は本調査を実施する上で、最も時間のかかるプロセスの一つである。

1-3 調査対象論文の決定

インターネットによる情報検索の結果、最終的に 9,732 論文についてその著者氏名と連絡先が判明した。設定した標本数(10,012 件)の 97.2%が判明した事になる。

9,732 論文の著者について氏名の名寄せを行い、重複を除いた結果、最終的には 7,652 名の調査対象者が選ばれた。図表 2-8 に調査対象者と対応づけられた論文数の分布を示す。1 件の論文と対応がついた調査対象者数は 6,522 名である。この 6,522 名については、対応がついた論文を調査対象論文とした。

複数論文と対応がついた調査対象者は 1,130 名である。10 件以上の論文と対応付けられた調査対象者も 23 名存在した。1 人の調査対象者に対応づけられた最大の論文数は 52 件である。この 1,130 名については、対応がついた論文の中から 1 件を無作為抽出し調査対象論文とした。論文の無作為抽出の際には、高被引用度論文を優先するようにした。すなわち、高被引用度論文 N 件、通常論文 M 件と対応がついた場合は、高被引用度論文 N 件から 1 件の調査対象論文を抽出した。

ジャーナル分野毎の最終的な調査対象論文数を図表 2-9 にまとめる。調査対象論文数は高被引用度論文が 1,932 件、通常論文が 5,720 件、合計が 7,652 件となった。

図表 2-8 調査対象者に対応づけられた論文数の分布

調査対象者に対応づけられた論文数	調査対象者数	シェア
1	6,522	85.2%
2	764	10.0%
3	187	2.4%
4	75	1.0%
5	42	0.5%
6	23	0.3%
7	7	0.1%
8	5	0.1%
9	4	0.1%
10以上	23	0.3%
合計	7,652	

図表 2-9 ジャーナル分野毎の最終的な調査対象論文数

ジャーナル分野	対象論文数	高被引用度論文	通常論文
農業科学	157	32	125
生物学・生化学	337	98	239
化学	791	184	607
臨床医学	1,081	296	785
計算機科学	160	39	121
工学	704	197	507
環境/生態学	147	16	131
地球科学	154	42	112
免疫学	113	12	101
材料科学	460	122	338
数学	161	27	134
微生物学	140	13	127
分子生物学・遺伝学	165	50	115
複合領域	807	269	538
神経科学・行動学	153	44	109
薬学・毒性学	148	22	126
物理学	1,193	326	867
植物・動物学	375	98	277
精神医学/心理学	135	10	125
宇宙科学	120	23	97
経済学・経営学&社会科学	151	12	139
合計	7,652	1,932	5,720

1-3-1 調査対象者の所属機関

図表 2-10 に調査対象者が調査回答時点で所属する部門、図表 2-11 に調査対象者が多い上位 30 の機関を示す。なお、ここに示したのは、一橋大学の調査で判明した研究者の所属である。これらの結果には、同姓同名の研究者を誤って同定した結果を含んでいる。また、調査時点から研究者が異動した可能性もある。

最も比率が高いのは高等教育部門であり、その比率は 73.9%となっている。これに政府 12.0%、産業 6.2%、病院 3.7%が続く。

図表 2-10 調査対象者が調査回答時点で所属する部門

部門		調査対象者数	シェア
区 分	高等教育	5,653	73.9%
	政府	920	12.0%
	産業	473	6.2%
	民間非営利	132	1.7%
	病院	283	3.7%
海外		167	2.2%
その他		24	0.3%
合計		7,652	

注 1: 上記に示したのは一橋大学の調査で判明した研究者の所属。これらの結果には、同姓同名の研究者を誤って同定した結果を含む。また、調査時点から異動した研究者を含む可能性もある。

注 2: 高等教育部門には大学病院、高等専門学校、大学共同利用機関を含む。

注 3: 政府には中央および地方政府、また公的研究機関を含む。

注 4: 病院には大学病院は含まないが、政府によって運営されている病院は含む。

注 5: 質問票調査の集計の際に用いた部門分類とは異なる。

図表 2-11 調査対象者数が多い上位 30 の機関

機関名	調査対象者数	機関名	調査対象者数
東京大学	493	慶應義塾大学	77
京都大学	343	岡山大学	76
東北大学	280	神戸大学	76
大阪大学	273	金沢大学	65
名古屋大学	203	独立行政法人日本原子力研究開発機構	60
独立行政法人産業技術総合研究所	199	日本大学	57
九州大学	188	信州大学	56
北海道大学	180	日本電信電話株式会社	55
東京工業大学	173	熊本大学	52
独立行政法人理化学研究所	138	早稲田大学	52
筑波大学	108	新潟大学	47
広島大学	100	徳島大学	43
独立行政法人物質・材料研究機構	88	近畿大学	42
千葉大学	84	大阪市立大学	42
大学共同利用機関法人自然科学研究機構	83	長崎大学	40
		独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構	40

注 1: 上記に示したのは一橋大学の調査で判明した研究者の所属。これらの結果には、同姓同名の研究者を誤って同定した結果を含む。また、調査時点から異動した研究者を含む可能性もある。

2 質問票の設計

質問票の設計にあたっては、以下のような過程を経た。まず、既存調査¹なども参考に研究チームにおいて原案を作成し、回答のし易さなどについて 8 名の研究者にインタビュー調査を実施した。次にインタビュー調査を踏まえて質問票の修正を行った。

完成した質問票をもとに、ウェブ画面の設計を行った。質問票調査は原則ウェブ上で実施したが、紙の質問票による回答を希望する調査対象のために紙の質問票も準備した。また、日本語での回答が困難な調査対象者のために英語の質問票を準備した。

2-1 質問票の構成

質問票は大きく分けて 7 章から構成されており、それぞれの章は複数の質問項目から構成されている。以下に、章毎の質問項目をまとめた、質問項目は全体で 39 項目である。各項目が、複数の質問から構成されているので、実際の質問数はこれよりも多くなる。

図表 2-12 質問票の構成

① 対象論文をもたらした研究プロジェクトの動機など(8 問) 【対象論文をもたらした研究プロジェクトの動機】、【対象論文が得られる研究の過程】、【研究プロジェクトの手法】、【研究論文の研究成果の類型】、【競争の状況】、【競争の脅威】、【世界全体における対象論文の位置づけ】、【研究プロジェクトの研究成果の中での対象論文の位置づけ】
② 知識生産プロセス(4 問) 【研究プロジェクトにおけるあなたの位置づけ】、【研究プロジェクトへの着想を得るのに用いた外部知識源】、【研究マネジメント】、【先端的施設等の利用状況】
③ 研究プロジェクトへのインプット(4 問) 【研究プロジェクトの歴史】、【研究プロジェクトに費やした全労力】、【研究資金】、【研究プロジェクトの資金源】
④ 研究チーム(5 問) 【著者の構成(職位、所属機関の部門分類、専門分野、専門スキル、生誕国)】、【対象論文の共著者以外の協力研究者数、学生数や技能者数】、【プロジェクトのために特別に雇用されていた研究者】、【著者の範囲】、【著者の順番】
⑤ 研究プロジェクトのアウトプット(10 問) 【研究プロジェクトがもたらした論文数】、【研究人材の育成】、【継続研究】、【外部機関との連携】、【特許出願】、【チームメンバーあるいは所属機関による研究成果の商業化】、【実施許諾あるいは譲渡】、【スタートアップ企業】、【標準】、【その他の研究成果】
⑥ あなたについての質問(5 問) 【あなたに関する一般的質問(出生年、性別、研究プロジェクト開始時点の所属機関名と部署)】、【個人的研究環境(配偶者の有無、子供の有無)】、【学歴についての質問】、

¹ 富澤 宏之、林 隆之、山下 泰弘、近藤 正幸、2006、「優れた成果をあげた研究活動の特性: トップリサーチャーから見た科学技術政策の効果と研究開発水準に関する調査報告書」、文部科学省科学技術政策研究所 調査資料-122、2006 年 3 月

【研究経歴についての質問】、【論文数(2006年～2008年の3年間)】

⑦ その他(3問)

- 【社会や産業界への影響についての自由記述】、【科学とイノベーションについての自由記述】、【被引用度に影響を及ぼす要因】

特定の質問に特定の回答を行った場合のみ、回答対象となる質問も存在する。ウェブ上で行った調査では、調査対象者の回答状況に応じて、画面を遷移した際に表示する質問を変化させることで、インタラクティブに調査票を変化させた。

なお、7章の最後の質問【被引用度に影響を及ぼす要因】については、高被引用度論文を調査対象論文とする調査対象者に対する追加質問である。ウェブ上で行った調査では、この質問は最後に示されるので、①～⑦章への回答中、調査対象者は自らの対象論文が高被引用度論文、通常論文のいずれかは分からない仕組みになっている。

3 調査の実施

3-1 調査の実施についての概要

氏名や連絡先が明らかになった 7,652 名の調査対象者に質問票調査を実施した。質問票調査はウェブ上で実施した。調査への協力依頼文、調査を実施しているウェブページのアドレス、ユーザ ID、パスワードを、電子メールもしくは郵便で調査対象者に送付した。調査対象者は、指定のアドレスにアクセスし、ユーザ ID とパスワードを用いて質問票調査画面にログインすることで、調査への回答を行う。調査対象者の負担を考慮し、調査への回答を途中で保存できる機能をウェブページに導入した。

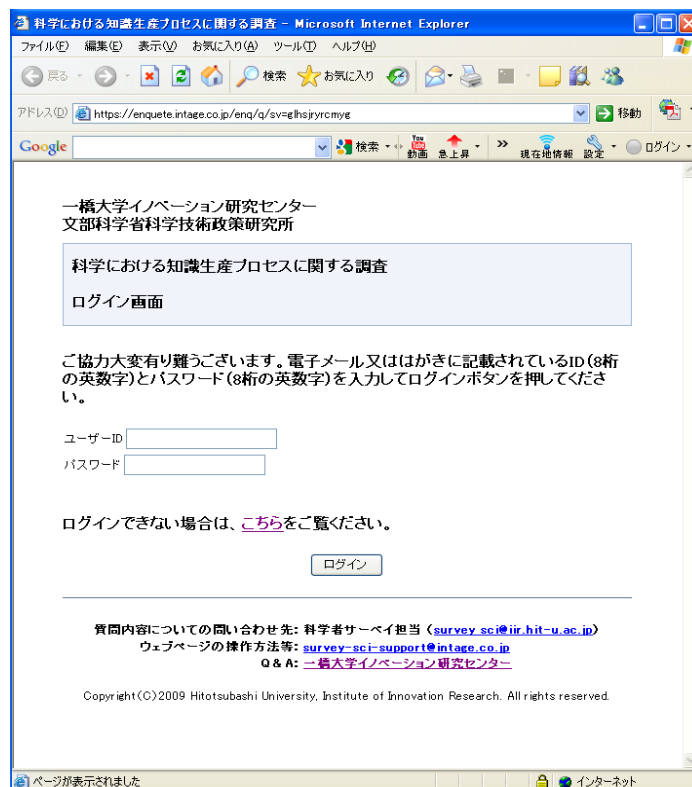
調査対象者への直接の依頼に加えて、調査対象者が 10 名以上の機関については、科学技術政策研究所所長名による依頼文を各機関の長に送付した。

なお、調査対象者には、質問票上において、調査では高被引用度論文群と通常群の双方が設定されていることが明示されているが、個々の調査対象者に対して、それらの群のいずれに該当するかについては通知しなかった。

質問票調査は原則ウェブ上で実施したが、調査対象者が紙の質問票による回答を希望した場合、質問票を郵送した。また、日本語での回答が困難な調査対象者には英語の質問票を送付した。調査対象者が別の研究者を推薦した場合、推薦された研究者を新たな調査対象者として、調査の案内を再送した。

幾つかの調査への協力依頼文は、氏名が類似した別人の研究者に送付された。研究者から、自らが調査対象者ではないとの連絡があった場合、正しい調査対象者を探索した。正しい調査対象者が判明した場合、その方に調査の案内を再送した。

図表 2-13 調査画面のイメージ



3-2 調査スケジュール

大半の調査は以下のスケジュールで実施した。当初の調査対象者から推薦された調査対象者、新たに判明した調査対象者、一部のジャーナル分野の論文に対応づけられた調査対象者については、個別に回答期限を設定した。

- 調査開始: 2009年12月21日
- 当初回答期限: 2010年2月7日
- 催促状送付(2回)(2010年1月中旬、2月中旬)
- 最終回答期限: 2010年4月11日

4 集計方法

4-1 調査結果の確認や修正

質問票調査から得られた回答は、記入間違いや異常値を含む可能性がある、そこで集計を行う前に以下の点について調査結果の確認や修正を行った。

① 分岐質問の整合性の確認

質問票の設計で述べたように、質問の中には、特定の質問に特定の回答を行った場合のみ、回答対象となる質問(分岐質問)が存在する。ウェブ上で行った調査では、途中で前の質問まで戻り、回答内容を修正した場合、一部の分岐質問への回答が残ってしまう場合がある。そこで、回答の整合性を確認し、必要が無い分岐質問への回答を未回答となるようにした。

② 必須回答項目で回答が困難とされた回答の処理

ウェブ調査において必須回答項目と設定した一部の質問について、調査対象者が回答困難な場合(研究資金の額など)、回答欄に 9 を連続して記入するように依頼した(例えば「9999」など)。これらの回答については欠損値として取り扱った。

③ 西暦による回答の修正

生誕年など年を回答する質問で、本来 4 桁の西暦による回答を求めているのに、下の 2 桁のみを記入している例が見られた。これらについては、4 桁の西暦に数値を修正した。

④ 西暦の整合性の確認

西暦を尋ねる質問については、西暦の整合性が保たれているかを確認した。例えば、研究の歴史についての質問では、研究を着想した年 ≤ 実質的に研究を開始した年 ≤ 対象論文を投稿した年 ≤ 最も新しい論文を投稿した年の関係があるかを確認し、不整合がある場合は欠損値として取り扱った。

⑤ プロジェクトのために特別に雇用されていた研究者の人数の処理

プロジェクトのために特別に雇用されていた研究者の人数が、論文著者、協力研究者、大学院生、学部生、技能者の合計より大きい場合、プロジェクトのために特別に雇用されていた研究者の人数を欠損値とした。

⑥ 出生年、学位の取得年、最初に査読あり論文を投稿した年の処理

出生年より前に学位を取得している、査読論文を幼児期に投稿しているなど、出生年、学位の取得年、最初に査読あり論文を投稿した年の関係が、通常は考えられない関係性にある場合、入力間違いと思われる値を欠損値とした。

⑦ 著者の生誕国のコード化

著者が日本以外で生誕した場合、生誕国を自由記述で記入するように回答者に求めた。回答者の自由記述による国名を ISO コードに変換した。

⑧ 研究資金源の割合における不整合の処理

各研究資金源の比率を合計した際に、比率が 100%とならなかった回答については、研究資金源の比率についての回答全てを欠損値とした。

⑨ 最も当てはまる項目一つを選択する質問で、複数の項目が選択されていた場合の処理

最も当てはまる項目一つを選択する質問で、複数の項目が選択されていた場合、その質問についての回答を欠損値とした。

⑩ 数値で記入する質問の空白の処理

「対象論文の共著者以外の協力研究者数、学生数や技能者」、「研究プロジェクトがもたらした論文数」など1つの質問の中で、複数の数値を記入する必要のある質問で、1つの項目に数値が記入されており、他は空白であった場合、空白は0として処理した。全てが空白の場合は、未回答として取り扱った。

4-2 高被引用度論文産出群と通常群

本報告書では被引用数上位1%の高被引用度論文をもたらした研究プロジェクトを高被引用度論文産出群、通常論文(高被引用度論文を除く無作為抽出論文)をもたらした研究プロジェクトを通常群と呼ぶ。

4-3 集計に用いた分野分類

本報告書では22ジャーナル分野分類を集約した10分野分類を用いて調査結果の集計を行った。また、一部の分析においては10分野分類を更に集約した大分野分類を用いた。22ジャーナル分野分類、10分野分類、大分野分類の関係を図表2-14に示す。

図表 2-14 22 ジャーナル分野分類、10 分野分類、大分野分類の関係(再掲)

22ジャーナル分野分類	10分野分類	大分野分類
化学	1_化学	物理科学系
材料科学	2_材料科学	
物理学	3_物理学&宇宙科学	
宇宙科学		
計算機科学	4_計算機科学&数学	
数学		
工学	5_工学	
環境/生態学	6_環境/生態学&地球科学	
地球科学		
臨床医学	7_臨床医学&精神医学/心理学	医学系
精神医学/心理学		
農業科学	8.1_農業科学&植物・動物学	生命科学系
植物・動物学		
生物学・生化学	8.2_基礎生物学	
免疫学		
微生物学		
分子生物学・遺伝学		
神経科学・行動学		
薬学・毒性学		
複合領域	論文中の引用文献を用いて分類	論文中の引用文献を用いて分類
経済学・経営学	S_社会科学	
社会科学・一般		

4-4 複合領域に分類された論文の取り扱い

22 ジャーナル分野分類のうち、複合領域については図表 2-15 に示したジャーナルが含まれている。複合領域に分類された論文の大部分が、PNAS(Proceedings of the National Academy of Sciences)、Nature、Science に所収された論文であることがわかる。

これらの雑誌には、生命科学から物理学まで幅広い研究成果が掲載される。従って、複合領域としてまとめて分析してしまうと、そこで得られた結果は色々な分野が入り混じった情報になってしまう。そこで、ここでは複合領域に分類されている論文については、論文中の引用文献を用いてジャーナル分野分類を行った。具体的には、以下の方針によりジャーナル分野分類を行っている。

- ① 複合領域に分類された論文それぞれ(a)が引用している論文(b)の情報を収集
- ② 論文(b)のそれぞれについて、その論文が掲載されたジャーナルに基づきジャーナル分野を決定
- ③ 論文(b)の中で、最も頻度が高いジャーナル分野を論文(a)のジャーナル分野に決定

この方法によって、複合領域に分類された 807 件の論文のうち、794 件が複合領域以外の他の 21 ジャーナル分野のいずれかに分類された。

図表 2-15 複合領域に含まれるジャーナルと調査対象論文数

ジャーナル名	調査対象論文数
PNAS	376
NATURE	225
SCIENCE	154
CHINESE SCIENCE BULLETIN	19
NATURWISSENSCHAFTEN	12
CURRENT SCIENCE	6
ADVANCES IN COMPLEX SYSTEMS	4
JOURNAL OF SCIENTIFIC & INDUSTRIAL RESEARCH	3
IRANIAN JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	2
TEXT, SPEECH AND DIALOGUE, PROCEEDINGS	2
ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIENCIAS	2
NATURE METHODS	1
SCIENTIFIC AMERICAN	1
合計	807

注 1: トムソン・ロイター社 Web of Science をもとに科学技術政策研究所において集計。

注 2: 論文数は Articles と Letters を集計した結果。いずれかの著者の所属機関に、日本に所在する機関が含まれている論文を集計した結果。

4-5 集計に用いた部門分類

本調査では調査対象論文の著者について、論文投稿時に所属していた機関の部門分類を尋ねている。そこで、調査の集計を部門別に行う際は、調査対象者が所属していた機関の部門分類を用いた。具体的な部門分類は以下に示した 5 種類である。

- (1) 大学等
- (2) 公的研究機関
- (3) 民間企業
- (4) 民間非営利組織
- (5) その他

ここで大学等とは、大学、大学共同利用機関、高等専門学校を指す。また、公的研究機関とは、国の試験研究機関、独立行政法人、特殊法人、地方公共団体の試験研究機関などを指す。

5 回答状況と回収バイアス

5-1 分野別の回収状況

分野別の回答状況を図表 2-16 に示す。なお、図表 2-16 の分野分類には複合領域を含む。今回、複合領域の論文(Nature, Science 等に所収される論文)については、調査対象論文中の引用文献を用いて分野分類を行ったが 13 件については分類が出来なかった。これらについては、分野別の分析対象からは除いてある。

7,652 名の調査対象者に質問票調査を実施した結果、2,081 件の回答が寄せられた。全体における回答率は 27%である。高被引用度論文産出群においては 29%、通常群では 27%となり、前者の方が高い傾向にある。

分野別の状況をみると化学、材料科学、環境/生態学&地球科学、農業科学&植物・動物学において、全調査対象論文における回答率が 30%を超えている。複合領域を除いた 10 分野の中では、臨床医学&精神医学/心理学の全調査対象論文における回答率は 21%と最も小さい。高被引用度論文産出群と通常群を分野別に比較すると、多くの分野で高被引用度論文産出群における回答率の方が高いかほぼ同じであるが、基礎生物学においては通常群の方が 4%程度高くなっている。

図表 2-16 分野別回答状況(再掲)

	全体			高被引用度論文産出群			通常群			(A) - (B)
	調査対象者数	回答数	回答率	調査対象者数	回答数	回答率(A)	調査対象者数	回答数	回答率(B)	
1_化学	837	257	30.7%	208	71	34.1%	629	186	29.6%	4.6%
2_材料科学	472	142	30.1%	127	43	33.9%	345	99	28.7%	5.2%
3_物理学&宇宙科学	1407	380	27.0%	400	127	31.8%	1007	253	25.1%	6.6%
4_計算機科学&数学	323	77	23.8%	66	16	24.2%	257	61	23.7%	0.5%
5_工学	707	206	29.1%	197	68	34.5%	510	138	27.1%	7.5%
6_環境/生態学&地球科学	361	115	31.9%	81	30	37.0%	280	85	30.4%	6.7%
7_臨床医学&精神医学/心理学	1278	264	20.7%	325	66	20.3%	953	198	20.8%	-0.5%
8.1_農業科学&植物・動物学	597	192	32.2%	165	60	36.4%	432	132	30.6%	5.8%
8.2_基礎生物学	1504	404	26.9%	351	83	23.6%	1153	321	27.8%	-4.2%
9_複合領域(分類できなかった論文)	13	2	15.4%	0	0	-	13	2	15.4%	-
S_社会科学	153	42	27.5%	12	2	16.7%	141	40	28.4%	-11.7%
合計	7,652	2,081	27.2%	1,932	566	29.3%	5,720	1,515	26.5%	2.8%

5-2 回収バイアスの検討

今回の調査のために設計した質問票は、回答にかなり長時間を要するものであったにもかかわらず、回収率は27%と、個人宛の質問票調査としては高い回収率であった。しかし、7割が未回収であり、回収率に対象プロジェクトの属性によって大きなバイアスがあるかどうかの検討が必要である。以下説明するように、高被引用度論文産出群の方が、回収率が若干高い、非常に多数の共著者が存在するプロジェクトや多数の国をまたがるプロジェクトは回収率がやや低い、また、病院や民間企業の研究者の論文の回収率は低いなどの傾向がある。ただ、いずれも深刻なバイアスだとは判断されないが、集計値の解釈あるいは集計の方法の検討に当たっては、こうしたバイアスを勘案する必要がある。

回収バイアスをもたらす要因として、

- (1) 高被引用度論文をもたらした研究者は忙しく、回答をしない傾向があるのではないか
- (2) 逆に調査対象論文をもたらした研究プロジェクトが研究者にとってあまり成功であったと認知されていない場合には回収率が低くなるのではないのか
- (3) 調査対象論文の共著者数が多い、多数の国の研究機関が関与している場合には、大きなプロジェクトであり、回答により時間を要し、また単独の回答者が必ずしもプロジェクトの概要を把握していないこと等から、回収率が低くなるのではないか
- (4) 民間企業等に勤務している研究者は忙しく回収率が低いのではないか

等が考えられる。

これらの可能性を検討するために、母集団をいくつかの属性に分けて、属性毎の回収率を計算した。

まず、高被引用度産出群と通常群で回収率を比較(図表 2-16 参照)すると、前者が29%で後者が27%と、両者の間で被引用度の差は非常に大きいにもかかわらず回収率の差は大きくない。高被引用論文の著者の回収率が高かったため、上記の(1)と(2)の要因では後者の方がやや重要ではないかと予想される。

(1)の要因があまり重要ではないことを裏付ける証拠として、調査対象者に対応づけられた調査対象論文数が多いほど(したがって多数の研究成果を公表している研究者ほど)、回答率が上昇する傾向にある(図表 2-17 参照)。6件から9件の論文数を持つ研究者の回収率は28%であり、平均の回収率より高い。特に、10本を超える論文数を持つ研究者の回収率は52%である(但し、こうした研究者は全体の0.3%とかなり少ない)。したがって、全体として、良い研究成果をもたらした研究プロジェクトや研究の活性度が高い研究者にやや回収バイアスがあると考えられる。

次に、論文の共著者の数と回収率との関係を見ると(図表 2-18 参照)、共著者数が大幅に増えると回収率が低下する傾向にある。共著者数が20人から49本の論文の回答率は25%であり、平均とあまり変わらない。ただ、50人以上の場合には回収率は17%であり、かなり低下する。但し、共著者数が50人以上であるような論文は全体の1%未満である。同様に関与した研究者の所属機関で見た国の数が非常に増えると回収率が低下する傾向にある。6カ国以上の場合には回収率が16%程度に低下する(図表 2-19 参照)。

所属部門のタイプで見ると、海外在住の研究者と病院勤務の研究者の回収率がそれぞれ11%と17%と低かった(図表 2-20 参照)。

民間部門(産業)の研究者も23%とやや低い傾向にある。なお、民間部門(産業)については、研究開発の成果を論文として発表するかしないかの方針に、企業によって違いが存在するある可能性があり、研究成果の指標としてはバイアスが生じている可能性もある。

図表 2-17 調査対象者に対応づけられた調査対象論文数と回答率

調査対象者に対応 づけられた論文数	調査 対象者数	回答数	回答率
1	6,522	1,738	26.6%
2	764	228	29.8%
3	187	56	29.9%
4	75	23	30.7%
5	42	13	31.0%
6-9	39	11	28.2%
10-	23	12	52.2%
合計	7,652	2,081	27.2%

図表 2-18 調査対象論文の著者数と回答率

著者数	調査 対象者数	回答数	回答率
1	454	122	26.9%
2	876	267	30.5%
3	1,166	366	31.4%
4	1,157	334	28.9%
5	988	255	25.8%
6	731	186	25.4%
7	554	158	28.5%
8	397	104	26.2%
9	299	63	21.1%
10-14	683	152	22.3%
15-19	150	31	20.7%
20-49	126	31	24.6%
50-	71	12	16.9%
合計	7,652	2,081	27.2%

図表 2-19 調査対象論文に関与している国数と回答率

関与国数	調査対象者数	回答数	回答率
1(国内機関のみ)	5,290	1,484	28.1%
2	1,665	453	27.2%
3	399	77	19.3%
4	114	32	28.1%
5	58	15	25.9%
6-9	74	12	16.2%
10-	52	8	15.4%
合計	7,652	2,081	27.2%

図表 2-20 調査対象者が調査回答時点で所属する部門と回答率

部門		調査対象者数	回答数	回答率
区 画	高等教育	5,653	1,587	28.1%
	政府	920	289	31.4%
	産業	473	108	22.8%
	民間非営利	132	27	20.5%
	病院	283	47	16.6%
海外		167	19	11.4%
その他		24	4	16.7%
合計		7,652	2,081	27.2%

注1: 上記に示したのは一橋大学の調査で判明した研究者の所属。これらの結果には、同姓同名の研究者を誤って同定した結果を含む。また、調査時点から異動した研究者を含む可能性もある。

注2: 高等教育部門には大学病院、高等専門学校、大学共同利用機関を含む。

注3: 政府には中央および地方政府、また公的研究機関を含む。

注4: 病院には大学病院は含まないが、政府によって運営されている病院は含む。

注5: 質問票調査の集計の際に用いた部門分類とは異なる。

6 「科学における知識生産プロセス」ワークショップ

6-1 ワークショップの概要

一橋大学イノベーション研究センターと科学技術政策研究所の共催で、以下のワークショップを開催した。このワークショップでは、「科学における知識生産プロセスに関する調査」の基礎的な集計に基づいた概要の報告と、それを踏まえた今後の研究マネジメントの在り方、科学技術政策の課題、“Research on research”などについて、意見交換が行われた。本報告書の素案をワークショップ資料とした。約 70 名の参加者があり、活発な議論が行われた。

題目：「科学における知識生産プロセス」ワークショップ

日時：2010年10月4日(月) 13:30～17:30

場所：霞ヶ関ビル 30階 科学技術政策研究所会議室(3026 会議室)

主催：科学技術政策研究所および一橋大学イノベーション研究センター

6-2 ワークショッププログラム

ワークショップのプログラムを以下に示す。ワークショップは2部から構成され、第1部では調査結果のハイライトの紹介、第2部ではパネル討論が行われた。

開会 (13時30分)

ご挨拶 科学技術政策研究所所長 桑原 輝隆

はじめに

第1部 13時40分～ 調査結果のハイライトの紹介

司会 楡井 誠, 一橋大学准教授

調査の設計と実施、回答者属性 (20分) 伊神 正貫, 科学技術政策研究所主任研究官

科学研究のプロセスとマネジメント (20分) 長岡 貞男, 一橋大学教授

研究チームと研究資金 (20分) 伊地知 寛博, 成城大学教授

研究成果とインパクト (20分) 江藤 学, 一橋大学教授

フロアからの質疑応答 (40分)

コーヒー・ブレイク

第2部 16時～ 調査結果の含意と今後の研究への課題(パネル討論):今後の研究マネジメントの在り方、科学技術政策の課題、“Research on research”

司会 長岡 貞男, 一橋大学イノベーション研究センター教授

コメント 青木 玲子, 一橋大学経済研究所教授, 総合科学技術会議議員

コメント 桑原 輝隆, 科学技術政策研究所所長

コメント 大湾 秀雄, 東京大学社会科学研究所教授

コメント 若林 克法, 独立行政法人物質・材料研究機構

国際ナノアーキテクニクス研究拠点独立研究者

閉会 (17時30分)

6-3 ワークショップでの今後の研究課題へのコメント

以下にワークショップでの今後の研究課題へのコメントを、項目毎にまとめる。なお、ワークショップでのコメントの中で、補足説明が可能なものについては、本報告書の本文や脚注に補足説明を加えた。

(1) 高被引用度論文産出群と通常群の差および国際共著の影響

- 被引用数を用いて分析を行う際に、自己引用と他者の引用では重要性が異なることを考慮する必要がある。
- 高被引用度論文産出群と通常群で、研究成果において「新しい研究課題の提示」の重要性が大きく異なる点が興味深く、その含意の分析が重要である。この結果は、高い被引用数の原因として、「関連領域の研究の進展に寄与した」研究と認識していることとも整合的である。
- 国際共著は、日本人研究者間だけの共著より被引用件数を増加させるとの計量書誌学分析の結果があるが、研究者はそれを意識していないようであり、そのようなギャップの原因分析も重要である。
- 研究者の年齢とそのマネジメントにおける役割には分野によって差があることが予想され、その実証分析も重要である。

(2) 研究の不確実性と研究競争

- トーナメント理論を応用することによって、競争相手の数や研究に費やした人月等から研究の不確実性を計測していくことも考えられる。
- 高被引用度論文産出群において、主たる研究成果の内容が「予想を大きく上回る」の回答比率が高いということの原因の分析も重要である。判別する研究が重要である。
- 競争の構造(競争者の内外の数)がなぜ分野別に異なるのか、日本の科学で相対的に強い分野において、競争への認識が高いように見えるのはなぜか等を分析していくことも重要である。

(3) 研究マネジメント

- 基礎研究の進め方が委員会方式となるなど、昔と比べてチームが重要となり、力勝負になってきている印象があり、その実態、影響などを分析してほしい。
- 分野によって、研究への動機が大きく異なるのはなぜか、若さと学習の間のトレードオフが分野毎にどのように異なるのか。
- 日本の科学技術政策においてはクリティカルマスを確保するというコンセプトで研究拠点が形成されているが、拠点化が新しいテーマを創出することに寄与しているなどの実態が明確になることが期待される。
- 同様に、国立大学と私立大学、地方国立大学とその他国立大学など、組織の在り方・類型とプロジェクトのパフォーマンスの関係についての研究も重要である。研究の分業と統合という視点での分析も重要である。例えば、パスツールの象限に対応する研究プロジェクトは、上流から下流の研究課題が統合されているとも考えられる。また、統合が進むほど、より多くのかつ複雑な設備が必要となり、チームにおける多様な人的資本の必要性も高い可能性がある。
- 人とのコンタクトから得る情報は非常に重要である。論文に出た段階では既に遅い。例えば実験で得られた新たな結果についての情報を事前に得て、それについて理論的な検証を行うといったスピード感で研究は進む。こうした点が客観的なデータとして確認できることが期待される。
- 研究プロジェクトの選定(アセスメント)における視点について示唆が得られる研究(例. 過去の業績を重視するのが良いのか、提案内容を重視するのが良いのか)も期待する。

(4) 研究チーム

- 発表では、ポストドクが非常に重要であるというメッセージがあったが、トップ 1%の研究チームの方が、チームの規模が大きく結果的にポストドクの割合が高いという内生性の問題もあり、これを考慮に入れた分析が重要である。
- 多様な分野の人材が必要となるのはどのようなプロジェクトか(新しい知識の結合を必要とする探索的な研究課題、様々なアプローチを必要とする複合的な研究課題、新しい技術の他分野への応用など)。
- 国境を越えたプロジェクトの形成理由はなにか(IT の発達の影響、最適なスキルの組み合わせを求めた結果、各国に分散する試料やデータの共同利用等)をより具体的に分析することが重要である。
- 若手が筆頭著者として関与しているのは実感とあうが、問題はこれらの若手のキャリア・パスであり、多くの若手が PI ポジションを得ることが出来ない事が問題となっている。
- 若手研究者のキャリア・パスについて、たとえば、論文提出後のプロモーションの状況などを把握した研究も重要である。
- 民間企業では、博士号を取得している研究者の割合が小さいが、その含意の分析が重要である。

(5) 研究へのインプット

- 研究資金について、具体的にどのような資金源の組み合わせになっているか、その効果は何かを分析することが重要である。
- 研究プロジェクトの実施に必要な全労力(人月)や研究資金についての分野別の統計データはまだ存在しておらず、本調査のデータを研究資金配分制度の設計にも活用する可能性を含めて、研究を深めることが重要である。
- 僅かであるが資金難で継続されない研究プロジェクトがあるが、どのような研究プロジェクトが資金難になるのか、詳細な分析が必要である。
- 研究の立ち上げのための研究費として内部資金がどのように重要であるか、更に分析することが重要である。

(6) 研究のアウトプットとインパクト

- 科学的な発見からイノベーションの間には大きな距離があるのが通常であり、論文から直ちにイノベーションが生まれることを想定した分析は現実的ではない。両者の間には複数のレイヤーがあることを踏まえた分析を行うべきである。
- 特許取得を優先するために、論文発表が遅くなるなどの影響がでている可能性もあり、特許出願と論文発表のタイムラグを分析することも重要である。
- 民間企業については、本当に重要な結果については、論文として発表しない可能性もあり、同時に、Pre-competitive な研究成果は積極的に論文として公表し、被引用数も高くなる傾向があると考えられ、民間企業の研究を評価する場合には、こうした点を考慮に入れることが重要である。

謝辞

「科学における知識生産プロセスに関する調査」の実施に当たって、貴重な研究時間を割いて質問票調査にご協力賜った研究者の方々に深く感謝申し上げます。

調査票の設計にあたりインタビュー調査にご協力賜りました岡田晋氏(筑波大学大学院数理物質科学研究科准教授)、門脇孝氏(東京大学大学院医学系研究科糖尿病・代謝内科学教授)、清水敏美氏((独)産業技術総合研究所研究コーディネータ、ナノチューブ応用研究センター副センター長)、藤田照典氏(三井化学株式会社研究主幹/触媒科学研究所長)、益永茂樹氏(横浜国立大学大学院環境情報学府教授)、光成滋生氏(サイボウズ・ラボ株式会社)、山本雅之氏(東北大学医学系研究科研究科長・医学部長・教授)、若林克法氏((独)物質・材料研究機構国際ナノアーキテクトニクス研究拠点独立研究者)に感謝申し上げます。

また、調査全般に当たって助言を頂いた桑原輝隆氏(科学技術政策研究所所長)、並びに本研究プロジェクトのメンバーである大湾秀雄氏(東京大学社会科学研究所教授)、楡井誠氏(一橋大学イノベーション研究センター准教授)、清水洋氏(一橋大学イノベーション研究センター講師)、Paula E. Stephan 氏(ジョージア州立大学教授)およびJohn Walsh 氏(ジョージア工科大学准教授)からの質問票等へ重要なコメントにも感謝致します。青木玲子氏(一橋大学経済研究所教授、総合科学技術会議議員)をはじめ、多数の貴重なコメントをして頂いたワークショップ参加者にも感謝します。

本調査は、文部科学省の特別教育研究経費(連携融合事業)の支援を受けた「イノベーション・プロセスに関する産学官連携研究」の一環として、一橋大学イノベーション研究センターと科学技術政策研究所の共同研究として進めています。研究費としては、科学研究費補助金(基盤研究(A))「サイエンスにおける知識生産プロセスとイノベーション創出の研究」、研究代表者 長岡貞男、課題番号:21243020)の助成を受けて実施しています。

