JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

| | |
|---|---|
| Title | 大型加速器を用いた大規模物理学実験における論文生産システムと報奨 |
| Author(s) | 足立，枝実子；伊藤，泰信；梅本，勝博 |
| Citation | 年次学術大会講演要旨集，29：638-641 |
| Issue Date | 2014-10-18 |
| Type | Conference Paper |
| Text version | publisher |
| URL | http://hdl.handle.net/10119/12530 |
| Rights | 本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management. |
| Description | 一般講演要旨 |

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

# ２Ｅ２４
# 大型加速器を用いた大規模物理学実験における論文生産システムと報奨

○足立枝実子、伊藤泰信、梅本勝博（北陸先端科学技術大学院大学）

## 1. はじめに

自然科学の研究は、知識創造の活動である。その活動に従事する科学者の多様性が科学の進展に重要であり、多国籍の著者から出された科学論文は引用数も多いとされている[1]。実際、引用回数の多い影響力の大きい研究は、昨今国際的な共同研究で行われている。本研究は、多国籍の研究者が参加し、優れた研究成果を継続して創出している自然科学の研究組織の特徴を明らかにするために、「組織的知識創造」に着目する。研究対象としては、米国ブルックヘブン国立研究所（BNL）にある衝突型加速器 RHIC（Relativistic Heavy Ion Collider）を使って実験素粒子物理学の研究を進めている PHENIX（Photon Hadron and Electron in Nuclear Interaction eXperiment）グループを取り上げる。今日自然科学の研究では、一般に、一論文あたりの執筆者数の平均が増加しているだけでなく、論文一本あたりの執筆者の専門分野およびディシプリンの多様性が増大し、さらに執筆者たちの所属機関や組織の幅も広がり、所属組織の地理的分布も広がり続けている[2]といった指摘がある。また、科学に関する日常的な絶え間ない非公式な討論はインターネットにあふれ、知識の構築のための大きなサイトになりつつある[3]状況も無視できない。このような背景において PHENIX グループでは、15 か国から 500 人以上の研究者、技術者、研究支援者が普段は各所属機関に散らばって研究を進めており、2000 年以降 2014 年 7 月現在に至る約 14 年間で 135 本の論文を発表している。隅藏(2013:47)によると、「ラボラトリー・マネジメントが成功しているかどうかの評価指標の一つは，そのラボラトリーにおいて知の生産性が高いかどうかである。質の高い論文を生み出しているか，質の高い特許を生み出しているか，研究コミュニティにおいて重要な研究基盤となる研究手法やマテリアルやデータベースを構築し広く提供しているか，研究成果に基づく製品・サービスによって社会に貢献しているか，といったことが問われる」[4]とされる。しかしながら、こういった大型実験グループに所属する物理学者たちが、どのように研究グループをまとめて論文を生産しているかは、必ずしも明らかではない。本事例の検討は、今後の自然科学の研究マネジメントにも示唆をもたらすと考えられる。

## 2. 調査方法

筆者の 1 人（足立）は、2008 年 4 月から 2011 年 5 月までブルックヘブン国立研究所に業務の都合により滞在した。PHENIX グループ内外の活動・講演会・イベント等に参加し、公式・非公式に渡って、業務にも関わる非公開の議論から雑談までを含む多様なレベルの対話、研究現場の観察、自由形式のインタビューを行った。

## 3. 自然科学の研究における論文著者の意味

分野による慣例の違いはあるものの、自然科学の多くの分野では、論文に最も貢献度が大きい人物が筆頭著者になる[5]。業績がインパクトファクター等の指標で客観的に測られている現在[6]、筆頭著者になることが昇進や外部資金獲得に繋がる最も影響のある証拠となる。アカデミズム科学者は金銭による報酬よりも同業の科学者による認知や業績リストが直接の関心ごとで、同業者集団による評価によって研究の価値が決まり、誰が論文の著者に入るか、誰が筆頭著者になるか、著者の掲載順はどうするかを、非常に注意深く決めるということが指摘されている[7] [8] [9]。それに対して、PHENIX グループの論文に掲載される著者は、アルファベット順で、かつ数百人にのぼり、全員が平等に扱われていて貢献度は外部からは分からない。野中・竹内(1996)は、個人によって作り出される知識を組織的に増幅し、組織の知識ネットワークに結晶化するプロセスを組織的知識創造と呼んでいるが[10]、PHENIX グループの数百人が、知識創造の結晶である論文を組織的にどのように生産するのか、組織と報奨に焦点を当てて分析する。

4.　大型加速器を使った大規模物理学実験で論文ができるまで

(ア)検出器等のサブシステム製作・アップグレード

実験装置が完成した2000年以降実験を行っているPHENIXグループでは、より良い実験データを収集するために、検出器等のサブシステムの製作やアップグレードを、RUN（加速器運転・実験の実施・データ収集）と並行して行っている。検出器等のサブシステムを作ったとしても、その製作者が論文を書くことに直結していない。サブシステムの製作に関わり、サブシステムを自分の所属機関が持っていることの有利な点は、システム構築のクレジットに加えて、データへ一番早い時期にアクセスできることであり、このアドバンテージは大きいとされる。データは PHENIX グループがサブシステムを経由して収集し、共有ファイルとして保存されるが、サブシステムを実際作り、サブシステムの詳細を把握し、その生データ解析プログラムを作った人でないと、すぐにはデータの解析方法が分からないからである。

(イ)RHIC運転

1年につき約半年のRUN期間中に、1週間のシフト（加速器運転・実験実施の監視当番、1日3交代制）の取得を要求される。PHENIXグループはRunの年次制を取っており、Run開始前に各メンバー機関にその年のRunにおいて生まれる論文の著者になるべき人の名簿提出を、事務局から要求する。各機関は人数分のシフトを取る約束をし、シフトBlockのWebページに登録する。シフト取得の他に、検出器専門家として測定装置の運転をRunの間行う。

(ウ)実験データキャリブレーションとプロダクションジョブ

加速器運転中に検出器を通して取得したペタバイト単位のデータをキャリブレーションした後、コンピュータで解析してDST（Data Summary Tape）という形にする。この作業をプロダクションジョブと言う。プロダクションジョブは、主にPHENIXグループ内のBNL職員が中心となった解析チームで行うが、大学院生やポスト・ドクトラル・フェロー（以下略：ポスドク）などがサポートを行う。

(エ)データ解析

PWG（Physics Working Group）がデータ解析の中心的な役割を担う。PWGは、取得した大量データをトピック別に結果を纏めるための議論をするフォーラムで、各 PWG が毎週ミーティングを行っている。現在、PHENIXグループ内にPWGが3つ存在する。データ解析をするためにPWGのメンバーになると、RHIC計算機センターの PHENIX グループアカウントを与えられ、取られたデータ等様々な情報にアクセスできる。大学院生やポスドクが、それらのデータを使って解析プログラムを書き、有識者に教えてもらいながら解析し、関係するPWGで発表する。PWGで発表して承認を得られないと、その先のプロセスに進めない。PWGのメンバー、特にPWGの幹事などが、データ解析の正当性を検討したり、質問に対する回答等を見守ったり、色々なアドバイスをする。そのアドバイスを受けて、数週間後～1ヵ月後に改善点の確認をする。その後、データの取得状況・解析方法・結果等を、内部文書である Analysis Note に記述し、PHENIX の Analysis Note Web Site に投稿する。PWGのメンバーがその内容を確認し、投稿後約1週間で、解析結果をPHENIXとして認めてほしいと、PHENIXグループ全体へ承認のリクエストをする。これを「Preliminary」と言う[11]。

(オ)Preliminaryリクエストの承認会議

解析した結果の Preliminary リクエストの承認会議が、毎月第 2 火曜日に行われる。その議長は、PHENIXグループ代表者が務める。PWGの枠を出て、PHENIXグループ全体で議論する。過去のPHENIXの測定結果と矛盾はないか、正しいかどうかについて議論し、反論がないと承認され、PHENIX Preliminaryという判子がもらえる。PHENIX実験の正しい結果であるという認定を得た上で、初めて解析結果を外部で話ができるようになる。承認されても、細かい指示が出ることもある。

(カ)論文準備の前段階Pre PPG（Paper Preparation Group）

Preliminaryは学会講演に限定された承認なので、次は論文にする必要がある。論文執筆を促すために、Preliminaryは同じ解析結果について一度しかリクエストできない。Preliminaryが出て論文の方向性が見えてくると、Pre PPGとして同じトピックに従事している研究者が集まって調整する。論文に落とし込めるようにまとめた後、PWGに対してPPG結成リクエストをする。何百人の共同研究者全員で

論文を書くのは不可能なので、実際に書くのは通常 3-4 人、一番重要な著者は 1 人か 2 人である。基本的には、主著者である Chair と解析を行った主要メンバー、その Supervisor でコアの部分を固め、場合によっては第 3 者的なそのトピックの有識者を加えて、PPG を結成する。同じ解析を複数人がしている場合は、並行して段階を踏んできており複数の結果があるため、調整して、統一結果にまとめて論文にする。その場合 Preliminary は 2 つ出るわけではなく、先に解析をまとめた者が Preliminary を取る。しかし、Preliminary を取った人が必ず主著者になるとは限らない。Preliminary の取得者を自動的に主著者にしてしまうと、取得者が安心してしまって論文を書いてくれなくなる恐れがあるからだ。解析が遅れた人が追いついて、最終段階で競争して、二つの結果を統合する。その場合は Preliminary 取得者と解析が遅れて Preliminary が取れなかった人が、PPG の Co-Chair になることもある。

(キ)論文準備 (PPG: Paper Preparation Group)

PPG の結成を最終的に承認するのは、PHENIX グループ代表者である。PPG が作られると、論文を PHENIX グループ代表者が用意させる。論文案が準備できて PPG の Chair が投稿できる状態に達したと判断すると、PHENIX 内部ウェブサイト内の各 PPG が運営しているページに、テンプレートに基づいた論文案を掲載する。そして、その論文第 1 稿を PHENIX グループ内部のメーリングリストに投稿し、PHENIX グループ全体のレビューにかける。1 つの論文に対するレビュー期間は 2 週間で、PHENIX グループのメンバーならば誰でも、論文を読んでコメントすることが可能である。レビュー期間終了時に、その論文担当の IRC (Internal Review Committee) を、PHENIX グループ代表者が PHENIX グループ内から選ぶ。IRC の役割は、グループ内から寄せられたコメントの妥当性を検討し、PPG の主張と比較してコメントの採否を判断し、妥当なコメントを第 2 稿、最終稿に反映させることである。論文の作成状況はすべて、PHENIX グループ内部ウェブサイトで一目瞭然である。また、IRC の委員自身がその論文を読んで誤りがないか検討・コメントをし、PHENIX グループの論文の質を保つよう努力をする。裁き役の IRC と PPG が協働して、第 2 稿を作る。順調に行くと、あまり大きな修正はなく、第 2 稿がグループ内に発表される。第 2 稿のレビュー期間は 1 週間である。第 2 稿が第 1 稿から大幅に変更されていた場合や、論文が非常に長く 1 週間では精読するに十分でない場合は、PHENIX グループ代表者が判断してレビュー期間を長くとることもある。IRC がコメント対応完了の判断をすると、論文提出の推薦をグループ代表者に対して行う。最終的に論文を提出する時は、グループ代表者が IRC からの申し送り事項も含めて決定する。論文誌編集者の経験もある PHENIX グループ内のシニアの研究者が、論文の体裁を整えて雑誌に投稿する[12]。

5. 報奨 (Reward) の仕組み

先に述べた通り、論文の著者はアルファベット順であり、筆頭著者・代表著者の概念は PHENIX グループには適用できない。「そこは問題の一つと認識しているが、実際誰の貢献か数百人を順位付けするのは不可能であるし、データ解析をした以外にも重要な貢献はあるため、仕方がないからアルファベット順にしている」とマネジメント層から聞いた。検出器専門家の当番をこなしたり、プロダクションジョブやデータ解析の手伝いをしたり積極的に仕事をすることがメンバーに求められていて、そういったシフト以外の仕事の実績は PHENIX グループへの貢献として認められる。また、PHENIX グループ内部ウェブサイトでは、論文毎に誰が関わったかが明示してあり、内部では誰と誰の論文と言っている。個人の貢献度が PHENIX グループ外に明示されるのは、推薦状と学会発表においてである。

(ア)推薦状について

大学院生がポスドクになろうとする時や、ポスドクが次の職に応募する時は、推薦状が必要になる。推薦状は本人の実績を知っている人物が実績を書く。推薦状によってのみ、何をどの程度行ったかが部外者にも分かる。推薦状には実際にどの論文を書いた人物であるのか記載するということを、複数人から公式・非公式なインタビューにおいて聞くことができた。推薦者の性格から、どの程度推薦状対象者のことを相対的に評価しているか推察できると語るインタビューイーもいた。推薦状以上のことを知りたい場合は、推薦状執筆者に直接問い合わせることも、通例として行われている。

(イ)国際学会での講演者について

国際学会では、グループの承認なく PHENIX グループの結果を話すことは許されず、全て PHENIX グループの講演者事務局を通して発表するルールである。国際学会から PHENIX のトピックで講演の依頼があると、講演者事務局は PWG に対して、国際学会での講演者を問う。PWG の幹事は、該当分野の研究を

一生懸命やっていて、最近 Preliminary を取ったメンバーに順番をつけて推薦し、講演者事務局に返事をする。講演者事務局では、講演回数や別の要素も加えて講演者を決め、講演者事務局から講演候補に対して、打診する。国際学会参加者からしてみると、PHENIX グループの選考を経て講演者となった研究当事者から PHENIX の研究内容を聞くことができ、しかもその結果は PHENIX グループが承認していることになる。講演者にとっては、そういった認識が得られ講演者自身のクレジットになる。

これは、CERN の UA2 という大型物理実験グループとは事情が違うようである。Knorr-Cetina(1999：169)は、講演者が講演トピックに直接携わったかどうかは必須ではなく、グループの中で売り込みたい研究者を講演者に選んでいると報告している[13]。

## 6. 論文生産システムと組織的知識創造の考察

以上のように PHENIX グループは、論文著者リスト、データ解析結果の承認、論文執筆者、国際学会の講演者をコントロールして、PHENIX グループとしての研究成果を発表することで、グループとしての研究の質を高く保つことに努めている。複数のインタビューによれば、他の高エネルギーの大型実験の仕組みを参考にして組織や論文生産システムを作ったということであるが、PWG・PPG・IRC・PHENIX グループ全体と、慎重すぎるとも言える 4 重ものプロセスを経て論文が生産されている。いきなりグループ全体の数百人で議論するのではなく、少人数での議論を積み重ね、その上で全体の合意を得ている。インタビューでは、PHENIX グループでは民主主義的に様々な判断を下しているが、その反面、大胆な研究アイデアが出にくくなる恐れもあるという意見もあった。また各段階で、システムとして若手と有識者が密接に協力する体制を埋め込んでいる。良い成果を出すために、多くの研究者を PHENIX グループに引き込もうとする。一見、表面上は隠れているようにも思える論文生産のシステムではあるが、実際はグループ全体の手厚い支援体制により論文生産を促し、明示的な報奨を目指した公平な機会提供に基づく競争を促進しているシステムと言えるだろう。

## 引用文献


[1]Maskus, K. E.et al. (2013), “Doctoral Students and U.S. Immigration Policy”, Science, 1 November 2013, pp. 562-563.

[2]Gibbons, M. et. al.(1994), The New Production of Knowledge. Sage Pub. (小林信一監訳, 1997, 『現代社会と知の創造』, 丸善)

[3]Zaiman, J. (2002), Real Science: What it Is and What it Means, Cambridge University Press. (東辻千枝子訳, 2006,『科学の真実』, 吉岡書店)

[4]隅藏康一 (2013),「ラボノート再考：大学のラボラトリーにおけるリーダーシップとナレッジマネジメント」,『知財ジャーナル』pp.47-58

[5]Osborne, J. W., Holland, A. (2009), “What is authorship, and what should it be? A survey of prominent guidelines for determining authorship in scientific publications”, Practical Assessment, Research & Evaluation, Vol 14, Number15, July 2009.

[6]北仲千里 (2012), 『ハラスメントや性差別を生み出す各学問分野の構造分析』科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書, 2012 年 4 月 20 日

[7]Barnes,B.(1985), About Science, Oxford: Blackwell.(川出由己訳, 1989,『社会現象としての科学』, 吉岡書店)

[8]藤垣裕子 (2003),『専門知と公共知―科学技術社会論の構築へ向けて』, 東京大学出版会

[9]福島真人 (2009),『リサーチ・パス分析―科学的実践のミクロ戦略について』,日本情報経営学会誌 Vol.29, No.2

[10]Nonaka, I., Takeuchi, H. (1995), The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation, Oxford University Press. (梅本勝弘訳, 1996, 『知識創造企業』, 東洋経済新報社)

[11]PHENIX Preliminary Approval Procedures
http://www.phenix.bnl.gov/WWW/publish/jacak/sp/Customs/prelim.htm

[12]Publication Policies of the PHENIX Collaboration
http://www.phenix.bnl.gov/phenix/WWW/publish/jacak/sp/publications/publications.htm

[13]Knorr-Cetina, K. (1999), Epistemic Cultures: How the Sciences Make Knowledge, Harvard University Press