

第 5 回 SPARC Japan セミナー2012

「Open Access Week — 日本におけるオープンアクセス、この10年これからの10年」

SCOAP³ and HEP in Japan

野崎 光昭

(高エネルギー加速器研究機構)

講演要旨

この数年間、日本の高エネルギー物理学分野における出版をめぐるのは、異なる由来を持つ三つの大きな出来事が関連しながら推移し、最終的にはProgress of Theoretical and Experimental Physics (PTEP) という新しい学術誌の創刊とSCOAP³への参加に至った。この間の経緯や高エネルギー物理学分野の特殊性などについてお話しする。



野崎 光昭

1982年に東京大学大学院博士課程修了後、東京大学理学部、神戸大学自然科学研究科を経て、2006年から高エネルギー加速器研究機構。専門は高エネルギー物理学。海外の加速器研究施設での国際協力実験や米国との国際共同気球観測実験等に従事してきた。最近ではヒッグス粒子を発見したATLAS実験に参加している。2012年からは日本物理学会理事、刊行委員としてProgress of Theoretical and Experimental Physics (PTEP) の立ち上げに携わっている。

高エネルギー物理学とは

SCOAP³の話をする前に、高エネルギー物理学とは一体どういう分野なのかを理解していただかないと、SCOAP³が成り立っている、またそういうことを考え出す背景が分からないと思いますので、まずその説明をしたいと思います。

高エネルギー物理学とは、高いエネルギーをつくり出す学問であれば社会から歓迎されるのですが、そうではなく、非常にたくさんのエネルギーを使う学問領域です。高いエネルギーというのは、運動量に対応します。これは相対性理論が言っていることで、動かしようのない事実です。そして、大きな運動量を持つものは波長の短い波に対応する。これも説明はしませんが、量子力学という非常に基礎的な学問が教えるところです。

短い波長の波を使うと、小さいものを見ることができます。最近よく言われる「プラチナバンドはつながりやすい」というのは、800メガくらいの波長のものは数ギガヘルツの波長に比べて建物に回り込みやすいからなのですが、それと同じ理屈です。要するに、小さいものを見るためには高いエネルギーが必要です。高エネルギー物理学の目標は、その小さいものを見ることによって、自然界の一番基本的な法則は何なのか、われわれが一体どうやってつくられて、宇宙がどうやって始まってどうやって進化するのかといった、根源的な疑問に答えることなのです。

高エネルギー実験

その理論分野はそれこそ紙と鉛筆があればできますが、実験となると、かなり様相が異なってきます(図

1). 粒子を高いエネルギーまで加速するためには、プラスとマイナスの電気が引っ張り合う力を応用します。例えば、電子というマイナスの電気を持った粒子を加速しようと思ったら、プラスのものを用意しておけば、そこに向かって引きつけられるわけです。それだけだとすぐゴールに達してしまいますが、ドッグレースのようにプラスのものを動かしてやると、どこまでもくっついていって、マイナスの粒子がどんどん加速していくという仕組みです。実際には電磁波を使うわけですが、詳しい話をしていると講義になってしまいますので、話を先に進めましょう。

そういう原理を使って粒子を加速していくわけですが、一回加速するだけではなかなか高いエネルギーには達しません。ですから、一度加速したものを元のところへ戻し、2回目もまたぼんと加速する、また戻ってきて3回目ということを繰り返すと、少しずつ高いエネルギーになってきます。そのためには円形の加速器が必要になるのですが、高いエネルギーになるとだんだん曲がりにくくなるのです。走っている人も車でもそうでしょう。スピードが上がると急カーブを切れなくなるのと同じで、高いエネルギーになると急カーブを回れないので、非常に大きな加速器が必要になります。

もう一つ、「コライダー」という正面衝突型の加速器があります。加速した粒子を何か標的にぶつけるよりは、二つの粒子を反対方向に加速して正面衝突させた方が、はるかに物を破壊するパワーが増えます。例

えば交通事故でも、片方が止まっている状態でぶつかるよりも、正面衝突でぶつかった方がはるかに破壊力が大きいでしょう。ですから、最近の加速器では、二つのビーム（粒子の固まり）を反対方向に加速して、あるところで正面衝突させるというのが主流です。

ぶつけたものが壊れて、いろいろなものが飛び散ってきます。それを測ることによって、一体どういう現象が起きているかということを知るわけですが、そのためのデジカメに相当するものを用意します。

正面衝突型加速器では、LHC（Large Hadron Collider）が現在世界で最も大きなものとなっています。これは航空写真ですが、真ん中の上の方に見えているのがスイスのモンブランで、レマン湖やジュネーブの街、空港も写っています（図2）。LHCは周長が約27kmで、山手線一周分に相当します。写真で赤い円を描いた場所の地下約100mのところに直径約3mの

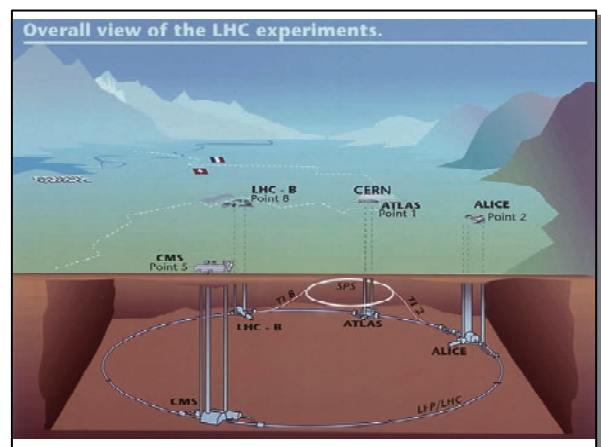


(図2)

高エネルギー実験とは？

- 粒子を高いエネルギーまで加速する
 - 電氣的な力で引っ張る
 - プラスとマイナスが引き合う力を応用する
 - 実際には電波を利用、ドッグレース
- 円形加速器は大きな半径が必要
 - 高いエネルギーになると曲がりにくくなる
- 「コライダー」は正面衝突型の加速器
 - LHC: Large Hadron Collider
 - ILC: International Linear Collider
 - 正面衝突で効率よく粒子を「破壊する」
- 「破片」を巨大「デジカメ」で観測

(図1)



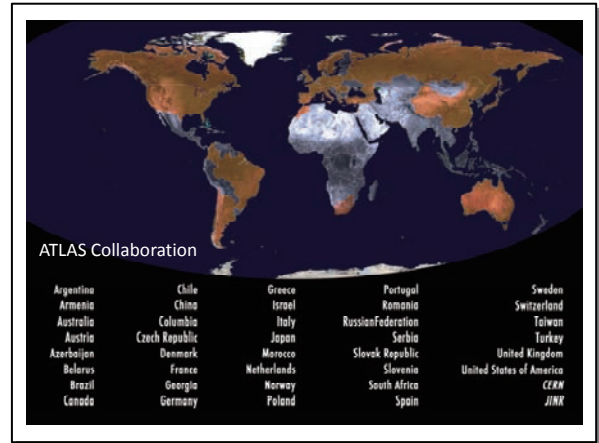
(図3)

トンネルを掘り、先ほどの加速器を設置します（図3）。右回りと左回りに粒子を加速して、それをぶつけるわけです。

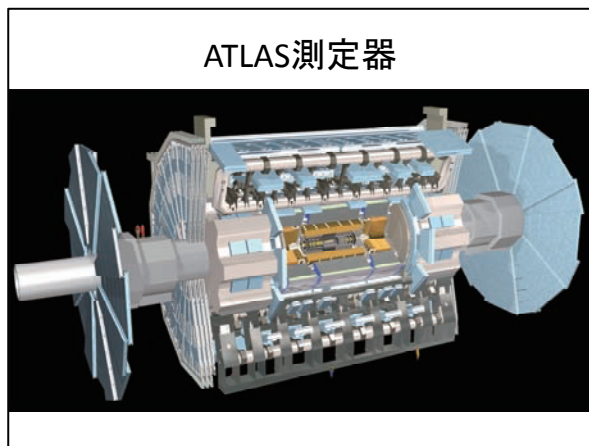
私も参加している ATLAS 実験で造り上げた測定器の CG 画像です（図4）。高さ約 20m、幅約 20m、長さ約 40m ですから、6～7 階建てのビルくらいの大きさです。両側から陽子という粒子が、ほとんど光のスピードになって走ってきて、真ん中でぶつかるというものです。図5は建設途中の写真ですが、真ん中にヘルメットをかぶった人が立っていて、大体の大きさが分かります。

ATLAS には約 40 カ国、地図上で茶色く示した国が参加して、世界中から人が集まって共同研究をしています（図6）。実験グループでは、年に何回か定例会合が開催されます。図7は CERN のあるビルディングで、決して全員が集まっているわけではなく、ご

くごく一部ですが、このくらいはすぐ集まってしまう。図8は今年7月に発表された、ヒッグスらしき粒子が発見されたときに、CERN で行われたセミナーの様子です。これは世界同時中継で、日本でも幾つかの大学や研究機関に配信されています。



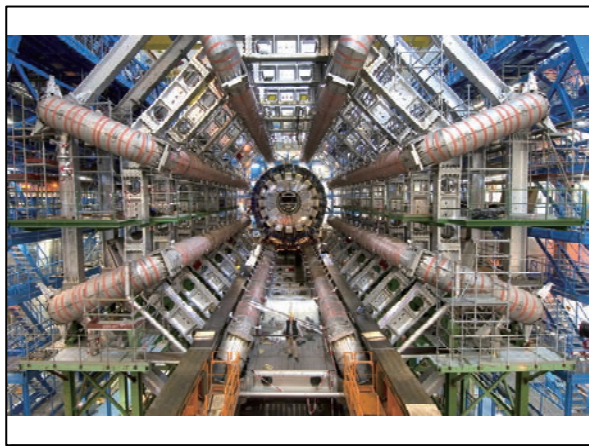
(図6)



(図4)



(図7)



(図5)

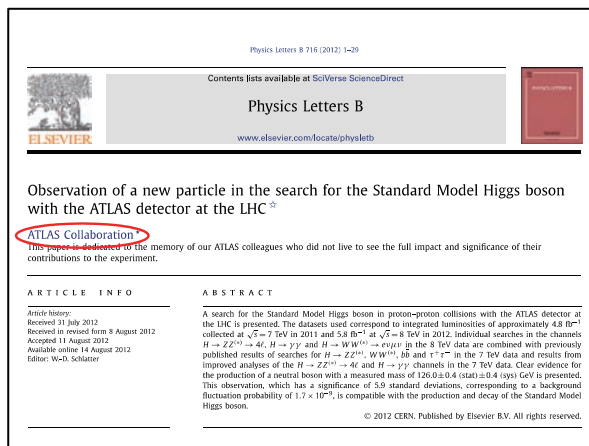


(図8)

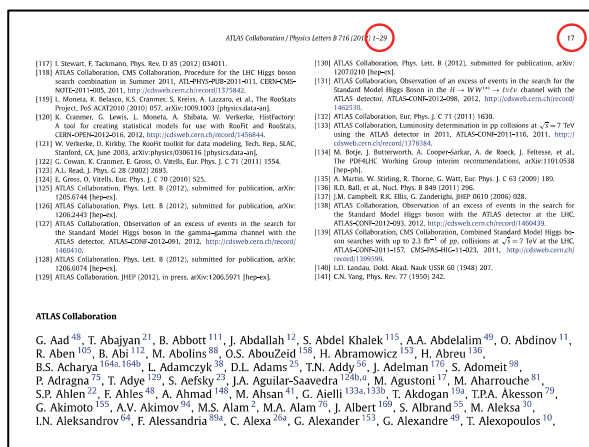
図 9、図 10 は最近話題になった「Observation of a new particle in the search for the Standard Model Higgs boson with the ATLAS detector at the LHC」という論文で、著者は ATLAS Collaboration となっています。これは残念ながら、日本の雑誌ではなく、「Physics Letters B」に載りました。トータルで 29 ページの論文ですが、レファレンス（参考文献）が 141 まであって、17 ページまでがいわゆる普通の意味での本文で、ここから ATLAS Collaboration が始まります。

これが延々と続きまして、23 ページ目に「M. Nozaki」という私の名前もめでたく入っていますので、この実験がノーベル賞を取ると、私も何千分の 1 かはおこぼれにあずかれるかなと思います（図 11）。

最初は Aadさんから始まって、最後は Zwalinski さんで終わります。その後今度は、1 番からまた番号



(図 9)



(図 10)

が付いて、これはインスティテュートの番号です。これは一番下へ行くと、178 番目までありまして、コラボレーターの正確な数は知りませんが、3,000 人ぐらいはいるはずです。それだけいると、それこそ毎日のように実験の論文が生産されているという状況です。

日本の高エネルギー物理学論文をめぐる状況

この数年、日本においては、高エネルギー物理学の論文に関してさまざまな大きな出来事が同時並行で起こっています。まず、日本には 1946 年に創刊された、「Progress of Theoretical Physics (PTP)」という論文誌があります。湯川秀樹氏が尽力して創刊したもので、タイトルを見て分かるように、理論物理学の論文なのだろうと一般的に認識されていますが、厳密に見ると、実験論文も投稿されています。

高エネルギーの実験論文は、ほとんどが海外の雑誌に投稿されていました。海外と共同でやった研究はもちろん、日本人だけでやった論文もそうです。これは、実験の論文誌で評価の高い雑誌が海外にしかないという状況が続いていたので、致し方ない面もあるかと思っています。また、国際協力で行う実験が多いため、海外のジャーナルではなく日本のジャーナルに出すためには、海外の共同研究者を説得しなくてはなりません。しかし、例えば日本の「PTP」にしても、実験分野もカバーしている「Journal of the Physical Society of Japan (JPSJ)」にしても、ディストリビューションがよろしくないのです。要するに、海外のコラボレー



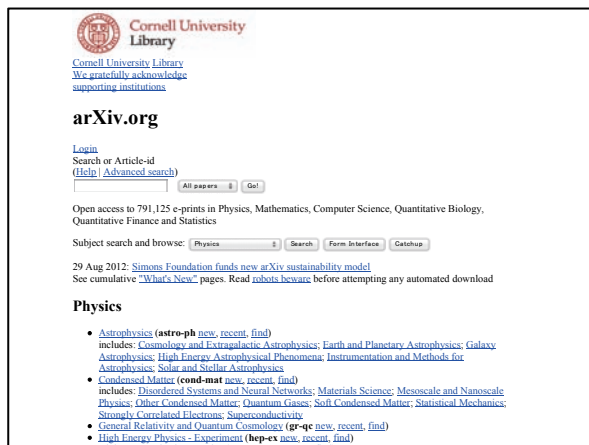
(図 11)

ターの所属する大学の図書館にはその雑誌がないため、自分のところで取っていない雑誌には出したいくないということで、日本の実験グループが日本の雑誌に発表するというのがなかなか行われてこなかったのです。

10年ほど前から、国内誌に出そうという話がありました。「PTP」「JPSJ」がメインですが、こういう雑誌に日本発の優れた研究成果をどんどん出そうではないかという話は出るのですが、なかなか定着しませんでした。「PTP」は確かに由緒正しい雑誌で、朝永先生の論文や、ノーベル賞を取った小林・益川理論が最初に載ったのもこの雑誌です。しかし、実験の人間から見ると、何せ理論の雑誌だという認識があるため、「Theoretical」というタイトルが取れないといけません。

「JPSJ」も、物性分野ではそれなりに評価の高い雑誌ではあるのですが、高エネルギーの立場から言うと、「Japan」という名前が付いていると、海外の人に出してほしいと言にくいのです。Physical Reviewはアメリカの雑誌ですが、決して「Physical Review of America」などと地域名を付けたりはしていません。先ほどのヒッグス粒子の論文が載った「Physics Letters」も、ヨーロッパの雑誌だけれども、決して地域性を表すような名前は付いていません。従って、やはりこの「Japan」を何とかしたいという状況がここ10年ぐらいの間、あったわけです。

また、この分野では普段の研究に使うのは、ジャーナルのページよりはarXiv.org(図12)に行つて中身



(図 12)

を見るというのが日常的で、ジャーナルがどうこうということに無関心な人がほとんどというのが現状なのです。

そこに最近、大きな変革がありました(図13)。一つは、「PTP」と「JPSJ」を統合しようという動きで、オープンアクセスや高エネルギー実験の論文などとは全く別の流れの中で出てきた話です。日本の物理学関係の二つの雑誌が別の刊行母体から発行されているので、一緒にして効率化を図ろうとしたのです。

また、高エネルギー実験を含む素粒子、原子核、宇宙の実験分野の良い成果が日本から出るようになってきました。今までは日本に世界最先端の研究施設がなかったものですから、われわれはみんな外国に行つてやっていたわけです。ところが最近になって、私のいる筑波のKEKという研究所をはじめ、ノーベル賞を取った小柴先生の神岡の実験施設ももちろん日本にありますし、J-PARCという大強度陽子加速器でもニュートリノの研究をやつていまして、非常にいい成果が出るようになってきたのです。しかし、日本発の実験データの成果を、今は全部海外のジャーナルから出している。これはまずいだろうという声が、身内からも出るようになってきました。

そのような状況下で、2006~2007年ごろ、CERNからKEKに対し、SCOAP³へ参加しないかというお誘いが来ました。最初にこの話が来たときに、「PTP」「JPSJ」の統合はまだ議論の最中だったと思いますが、SCOAP³は世界トップレベルの高エネルギーの

日本のHEP論文をめぐる最近の大きな変革

- PTP と JPSJ 統合
 - Progress of Theoretical Physics (PTP): 理論物理学刊行会
 - Journal of the Physical Society of Japan (JPSJ): 日本物理学会/刊行センター
 - 発行業務を日本物理学会/刊行センターに集約し、経営の効率化を図る
- 日本発の素粒子実験分野の成果
 - ニュートリノやBファクトリー等、高エネルギー分野で世界が目にする日本発の実験成果が出始めた。
 - HEP実験論文を日本から発信
- 日本のHEPコミュニティへSCOAP³へのお誘い
 - 当初、国内誌の参加は将来の課題で、当面は参加しない(できない)と考えていた。
 - KEKは国内誌の強化を支援することを優先
 - ・ 実験コミュニティが論文を国内雑誌に投稿するよう働きかけ
 - ・ SCOAP³開始時期が不透明であったため、SCOAP³に依存しない計画を策定した
- 結果: 2013年PTEP創刊
- 2014年開始予定のSCOAP³への参加

(図 13)

雑誌が参加するものであって、われわれは参加できないだろうと、雲の上の話をしているような雰囲気だったのです。しかも、SCOAP³がどのくらいの時間で進むかというのも分からない状況でした。ですから日本としては、SCOAP³に参加するかしないかということよりも、KEKや物理学会と連携をしながら、まずは日本発のジャーナルのクオリティを上げる。実際には、日本発の良い実験データを日本の雑誌に少しでも多く出すようにしようではないか。それに当たって最低の条件として、やはりオープンアクセスにして、世界中の誰でも読めるようにする。そうすれば、海外との共著論文であっても共著者を説得できるということで、オープンアクセスジャーナルを独自に持とうという話が統合されて出てきたわけです。

「PTEP」創刊

結果として、2013年に「PTP」と「JPSJ」を統合した「PTEP (Progress of Theoretical and Experimental Physics)」という雑誌の創刊が決まっています(図14)。タイトルも、理論と実験の両方をカバーする雑誌であることを示すものになっています。実は今年の9月か10月から既に出始めているので、2012年創刊と言うべきかもしれませんが、2013年1月から普通の投稿による普通の審査をした論文が出ます。SCOAP³の方も、いつ始まるのかとやきもきしていましたが、2014年からスタートすることになりました。

まず、「PTEP」はとにかく独自にオープンアクセスにしようということと、原則はAPCモデル、すなわち著者が負担するという方針で進んできています。ただし、論文の数で言うと理論の論文の方が圧倒的に多く、単名か2~3人で投稿するものがほとんどです。ATLASのように、何千人というグループで一つの論文を出すという実験のスタイルとは、全く研究のスタイルが違います。従って、そういう人たちの投稿は何らかの支援をしないとイケません。

例えば「PTEP」は1編12万円の掲載料を取りま

すが、何百億円という大きなお金を使う実験グループにとっては何でもない額ですが、科研費の基盤Cくらいしか持っていないようなグループにとって、例えば10万円の投稿料を年に5~6本出すことは非常に苦しいわけです。従って、コミュニティ全体でそれをサポートする仕組みとして、KEKと理研という、この分野に関わっている大きな研究機関が積極的にサポートすることで、例えば理論の方の論文のAPCを肩代わりするような仕組みをつくろうと考えております。

こういうことができる背景には、高エネルギーのコミュニティは、比較的まとまりがいいということがあります。それは、ATLASのような大規模なコラボレーションをやり慣れているからです。何千人という規模のものは世界でもそうそうあるわけではありませんが、国内の施設でも、400人くらいの規模の国際共同実験はあちこちで行われています。場合によっては、日本人より外国人の共同研究者の方が多いような研究が、日本の筑波で実際行われています。そういうものに日常的に慣れているので、比較的まとまります。さらに、中核になるような、分野全体の大黒柱になるような研究所が存在するということです。そういうところが音頭を取ることでまとまり、機関サポートもリードすることができる。それが高エネルギーの特徴かと思います。

PTEP創刊	
•	SCOAP ³ への参加を前提とせず、独自にOA化を図る - 日本からの情報発信力の強化
•	APCモデルを採用
•	従来の PTP への投稿者に加えて、如何に実験論文を呼び込むか？
•	大多数を占める理論論文の投稿者を如何に支援するか？
•	研究機関による支援 - 共同研究の中核機関によるサポート: KEK, 理研 - 5年程度を目処にサポート機関を順次拡大の予定
•	実現可能性を高める要因 - コミュニティが比較的まとまっている ・ 共通の研究目的を目標しているという一体感 - KEK, 理研等の共同利用・供用を謳う中核研究機関が存在

(図 14)

SCOAP³

SCOAP³の仕組みについては、もう皆さんご存じだと思います（図 15）。これまでは、各図書館が個別に購読料を出版社に払っていました。もちろんいろいろなコンソーシアムをつかって価格交渉をしたのだと思いますが、このお金を出版社へ回すのではなくて、SCOAP³ コンソーシアムという、研究者や研究機関、図書館とファンディングエージェンシーが集まってできたコンソーシアムに集めて、ここが胴元になって入札をします。そうすると、出版社が「うちの雑誌ではAPCが幾らでやりますよ」「うちのジャーナルはインパクトファクターが幾つですよ」というように、クオリティと価格の両方の提示をするわけです。それを総合的に判断して、ここに集まっている資金で払えるところまで上から払っていくというのがSCOAP³の仕組みです。ですから、インパクトファクターの高い雑誌を持っている出版社は、多少高いAPCを提示しても割と上位にランクされますし、インパクトファクターで自信がないところは、多少値段を抑えて参加することになります。

最初にSCOAP³の話が来たときは、その動機としては、特に実験のような公的な資金で行われた研究は、万人に公開されるべしという理念がありました。ただ、よく考えてみれば、ヒッグスの論文を万人に公開したからといって理解されるとは全く思えないので、これはあくまでも理念です。

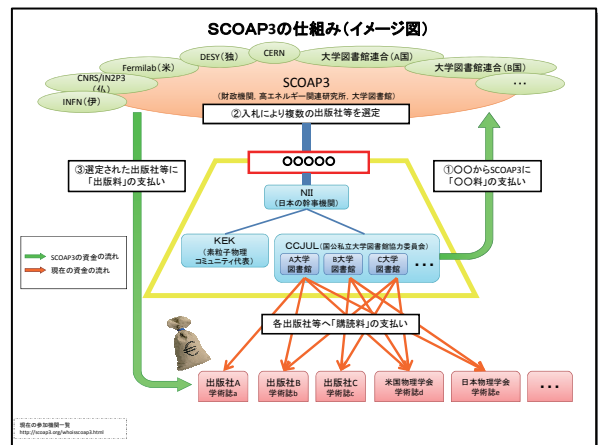
実質的には、経済的な要因によるものです。ヨーロッパでも、価格が非常に高いジャーナルがあり、スタンダードな論文誌であるにもかかわらず、それすら買えないという状況が出てきていたのです。例えば私の名前が先ほどの論文に出ていましたが、そういう自分の名前の載った論文が図書館に行ってもないというのはまずかろう、何とか値段の高騰を抑える仕組みをつくらないといけないというふうに、ヨーロッパでは非常に切羽詰まった状況で、SCOAP³をスタートしたと聞いています。

これは図書館コンソーシアムというよりは、研究者

がスクラムを組んで、経費削減のため、つまり価格がむやみに上昇するのを少しでも抑えるようなメカニズムを導入しようという動きです。ただし、お金は絶対必要なわけで、今までの購読料をそこへ回すという仕組みを考えたのです。これも、高エネルギーだからできたのかもしれませんが、ほかの分野ではそれぞれまた別の事情があると思いますので、この仕組みがそのままほかの分野に適用できるかどうか分かりませんが、まずは主要な雑誌の数が非常に限られています。今回、12の雑誌がこのSCOAP³の対象として選ばれました。その12誌で75%、かなりの部分がもうここでカバーされています。何十、何百という雑誌を対象にするのではなく、せいぜい10くらいの数を対象にすれば、大事なものはほとんどカバーできるという状況です。

SCOAP³は、CERNというヨーロッパの20カ国が共同出資して運営している国際機関が音頭を取って進めているプロジェクトです。CERNはヨーロッパの機関ですが、先ほどのLHCの大きな実験などに日本からもたくさんの研究者が参加しており、アメリカのこの分野の研究者の4割がヨーロッパであの実験に参加していると言われているほどです。それくらい、世界全体をリードする実績を持っている研究所が旗を振っているため、世界が割と一つにまとまりやすいのだと思います。

また、必要なものは自分でつくる文化があります。われわれが造る装置は、メーカーに発注すれば出来上がってくるというものではありません。全部自分たち



(図 15)

で設計して企業に造ってもらい、特注品です。WWW（ワールド・ワイド・ウェブ）が最初にできたのも CERN で、必要なものは自分たちでつくるということでできたものです。また、arXiv.org も高エネルギー分野から出発したのではないかと思います。

それ以外にも、INSPIRE という論文検索システムの構築を CERN を中心としてやっています。普通だと例えば Web of Science を使って自分のサイテーションなどを調べるわけですが、そういう商業的なものには頼らず、必要なものは自分たちでつくってしまえという文化が高エネルギーにはあるので、パブリケーションに関しても「こういうシステムが必要だ」と思えば、それを自分たちで構築しようという雰囲気があります。だからこそできたのかもしれません。

今後の課題

今、この分野のジャーナルに関しては、国内誌の統合、OA 化、実験論文の国内誌への掲載、SCOAP³ など、いろいろなものが同時並行的に起こっています。これをいかにコンシステントに進めていくかが、順番の問題もあってややこしいところもあるのですが、何とか進んでいると感じています。

その中で、日本の高エネルギー物理学コミュニティのメンバーの一員としては、いい論文をいかに日本発の雑誌に出してもらうかが課題です。また、SCOAP³ に参加している代表機関としては、今後どうやって持続可能なシステムに移行していくのか。SCOAP³ への拠出金は、掲載論文の数に応じて決まり、そのお金は購読料として集めてきます。従って、違うベースでカウントされたお金の擦り合わせをしないといけないのです。これに関しては、NII の安達先生を中心に実際の作業が始まったところです。ワーキンググループやタスクフォースをつくり、本当にお金が集められるかという計算をしている最中ですが、いずれ、うまくいったという報告がここでできることを願っています。