

東京大学 素粒子物理国際研究センター
国際評価委員会報告

2019 年 3 月

〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1 理学部 1 号館
東京大学 素粒子物理国際研究センター
<http://www.icepp.s.u-tokyo.ac.jp/>

目次

• ICEPP International Review Report	
- Report of the Review Committee	2
- ICEPP 国際評価委員会 報告 (和訳)	12
- 抄訳	18

ICEPP International Review Report

Introduction and General Remarks:

The seed of ICEPP was established by Prof. Koshihara in 1974 in order to pursue research at the energy-frontier collider (the DASP experiment at the DORIS storage ring). Since then, and through the establishment of ICEPP in 1994, the high energy physics group of The University of Tokyo has played critical roles in bringing the quality of Japanese high energy physics to the top level globally. Its activities range from JADE at PETRA and OPAL at LEP to ATLAS at LHC. The term of ICEPP was successfully extended in 2004 without any specific term limit and the scope was extended to include a lepton flavour violation experiment (MEG) and preparation for a future e^+e^- collider (ILC). This international committee was formed to review the activities of ICEPP after the renewal of the term in 2004 and to make recommendations for the future of ICEPP. The committee met on March 6, 2019 to hear presentations and produced this report after deliberations.

ICEPP has played indispensable and unique roles as a 'hub institute' by supporting researchers of other Japanese institutions to participate productively in large international experiments and by cultivating young talents at these institutions. This was made possible by the high-level expertise of ICEPP researchers as well as the existence of a powerful computing facility at ICEPP to support their research.

For the current main experiments, ATLAS and MEG, the end of the first stage of operation is not far away, and it is imperative to plan for the future. Apart from pursuing the LHC luminosity upgrade project (HL-LHC) to the end which is expected in the mid 2030's and promoting the ILC, an experiment succeeding MEG II should be seriously studied. The prospects of the FCC at CERN are now being actively investigated, and the committee believes that ICEPP should also be involved in that effort. With conventional approaches, the computing power is predicted to be far from adequate for HL-LHC (the '2026 problem'). It is clear that some new software and hardware solutions are needed and are indeed being explored worldwide. ICEPP should stay at the forefront of such global efforts.

The composition of the ICEPP community is highly uniform with its members being mostly male and Japanese. The committee believes that the value of ICEPP as an international centre will be significantly enhanced if more female researchers are recruited by ICEPP and more researchers from overseas are attracted to perform collaborative research activities at the centre. Suggestions from the committee in this direction include creating and publicizing

visitor and fellowship opportunities, and holding topical international workshops amongst other such initiatives.

In general, the budget of ICEPP is mostly project-oriented; e.g. the cost to run the ATLAS Tier 2 computing facility that absorbs roughly half of the entire budget, leaving little for ICEPP to perform important activities such as those needed for acting as the hub institute. The committee believes that ICEPP will be able to significantly enhance its contribution to Japanese HEP activities, which is already at a high level, with a small increase of its discretionary budget.

Overall, the committee would like to praise the past and current accomplishments of ICEPP that contributed to the truly respectable position of Japanese HEP community today. The committee believes that the important and unique functions of ICEPP that made these accomplishments possible should be continued and enhanced for the future.

Specific Projects:

ATLAS general

ATLAS is the current flagship project of the ICEPP, with a total of nine faculty members and 17 postdocs. In addition, there are 29 graduate students working for the project. Attracting such a large number of graduate students is a true asset of a university group working for the ATLAS experiment. As a founding member of the ATLAS collaboration, their contribution started already at the conceptual level of the experiment. Working with other Japanese ATLAS groups, the ICEPP assumed a leading role in the endcap muon system based on the Thin Gap Chambers (TGC), from design to commissioning and operation. The group took a further responsibility in the construction of the first level endcap muon trigger system.

While the construction of detector components was mainly carried out by the national laboratory KEK, the ICEPP members took the lead in testing and commissioning of the system. Being the largest Japanese group participating in the ATLAS experiment, ICEPP also assumed the coordinating role of integrating other Japanese groups to the main stream of the ATLAS collaboration. For some smaller university groups, faculty members cannot afford to stay at CERN for a long period. In contrast, the ICEPP senior members can stay for an extended period allowing them to supervise the activities of the junior Japanese members irrespective of their affiliations. This is not just a well appreciated service to

members from the smaller universities. It also increases the output of the ATLAS-Japan team as a whole. It should be also noted that the extended presence at CERN would allow the ICEPP senior members to take up leadership roles in the collaboration such as convenorship of working groups and project leadership, matching well to the high level of expertise. As a result, the ICEPP group is one of the most-respected and internationally renowned member of the ATLAS collaboration.

The ICEPP team is also working on the muon trigger upgrade for the HL-LHC ATLAS detector, which is driven largely by the Japanese group and co-lead by an ICEPP physicist. This is another example of recognitions of the outstanding quality of ICEPP.

ATLAS Physics

The committee acknowledges that ICEPP has made very significant contributions in shaping the physics program of ATLAS with an impressive amount of output. ICEPP physicists took leading roles in important analyses, especially in Higgs decays to $\gamma\gamma$ and W^+W^- , the use of VBF jets in Higgs search, and more recently Higgs decays to $b\bar{b}$, $\tau^+\tau^-$, as well as SUSY searches. The committee recognizes the high regard in which ICEPP researchers are held amongst ATLAS collaborators by the important physics group convenor roles (SUSY working group and Exotics working group) and sub-group convenor roles (Standard Model sub-working group, Higgs sub-working group, Exotics sub-working group, and Trigger software development). These roles ensure prominent exposure of ICEPP throughout the 3000-strong ATLAS collaboration.

The strategy of maintaining a strong contingent of students, postdocs and staff at CERN has been very effective even though it implies a high cost of travel. Coupled with the ICEPP satellite computing cluster maintained at CERN, this makes for a highly effective team onsite at CERN. It was reported that 19 The University of Tokyo PhD students on ATLAS have graduated to date. For an academic staff of nine and the time elapsed this may seem a little low, but is balanced by the much larger group of master's students that has been trained.

ICEPP takes the important role of leading the discussion on the direction of the Japanese groups in ATLAS. This gives a very coherent national program in the ATLAS experiment and also in the collaboration management. For effectively shaping and leading the physics programme of ATLAS-Japan team, contribution from the theory colleagues of Japan is essential. The committee recommends further extending the collaboration with theorists,

such as those at IPMU, especially as the ATLAS program enters the precision era heralded by Run 3 and more importantly the increased data expected for the HL-LHC operation. The committee recognizes ICEPP plans for continued strong participation in ATLAS following the start of the HL-LHC phase. The committee recommends that ICEPP develop strategies for the analysis of the large dataset with high level of pileup expected for ATLAS at HL-LHC.

The far future programme involving possibly a 100 TeV pp collider at CERN (FCC) is naturally in the purview of ICEPP as part of the policy of working at the highest energy available. This work is expected to evolve slowly in view of the timetable for such a machine. The collider-based program of ICEPP started with e^+e^- collider experiments and moved to pp collisions at the highest energy with the construction and operation of the LHC machine and ATLAS experiment. If the ILC becomes a reality during the operation of HL-LHC, the committee recommends a combined and balanced program of the two.

ATLAS Computing

With a long history in high throughput computing at The University of Tokyo from the times of JADE and OPAL, ICEPP was a natural candidate to host the Japanese Tier 2 resources for ATLAS computing. Indeed the centre was one of the first to participate in the WLCG to solve the computing challenges of LHC. The approach at ICEPP was highly pragmatic by delegating installation and maintenance of the computing resources to an outside company. It was thus possible to have a large impact on the computing of ATLAS without tying up too much human resources of ICEPP. The results are convincing: the availability of ICEPP Tier 2 centre is high and the downtime largely results from the exchange of equipment every three years. Budget is kept roughly at a constant level and the installed computing power and the storage capacity are appreciable and serve both the Japanese needs and those of the collaboration as a whole.

The surge in required computing power expected for HL-LHC requires change of paradigm. ICEPP has explored specifically the Google Cloud Platform and has started initiatives with architectures of quantum annealing and solutions inspired by quantum computing.

ICEPP is committed to maintain the strong leadership role in scientific computing in Japan. This is under threat since the future funding is not in place. There are many ideas prepared for exploration of future computing, e.g. participating in the HEP Software Foundation effort. It is recommended to explore in addition the joint usage of other scientific computing

platforms in order to prepare for the surge in computing need. Although this will demand a small but important increase in the budget beyond that of the infrastructure lease at ICEPP, it could lead to considerable savings in the long run.

MEG and MEG II

The $\mu \rightarrow e\gamma$ experiment (MEG) at PSI was proposed in 1998 where the main initiator was the ICEPP group. The experiment was successfully carried out and completed in 2016. The best sensitivity worldwide for the $\mu \rightarrow e\gamma$ decay was achieved. The ICEPP group made a significant contribution to the detector development and construction, especially for the liquid Xenon calorimeter as well as for the physics analysis. The committee congratulates the group for their achievements.

The team is now upgrading the detector to improve the background rejection with an aim to increase the sensitivity by a factor of ten (MEG II). The ICEPP group is taking responsibility in various key upgrades including the replacement of PMTs with MPPCs for the liquid Xenon detector. The detectors are ready and expecting an engineering run in 2019.

These projects are carried out with a good initiative by the small numbers of people and have been funded by external grants from the JSPS. It is essential to secure a new JSPS grant to keep the momentum of the group during the MEG II running period and reap the physics results of that effort.

The committee also noted that the group has started considering a future experiment that will take advantage of the high intensity muon beam at PSI. Such activity is highly encouraged.

ILC

Based on the profound experience in e^+e^- collider physics from the 80's and 90's, The University of Tokyo and other Japanese groups proposed a 300 GeV linear collider JLC-I. In 2004 several world efforts were merged into a joint and global approach for a linear collider, the ILC. With the publication of the TDR in 2012 the Japanese HEP community stated its interest in hosting the ILC.

ICEPP jointly with KEK has always been deeply involved in the promotion of the ILC at

many levels and garnered considerable support from political and industrial sectors. ICEPP also contributed to specific topics in the accelerator technology such as the final focus. Such studies will help recruiting and educating young accelerator physicists in general. The ICEPP contributions to the ILC detector research are numerous and centred around the advanced calorimeter developments based on the idea of particle flow for both electromagnetic and hadronic calorimeters. In addition, ICEPP physicists have been leading key efforts in preparing the physics cases for the ILC that would complement the HL-LHC analyses. These activities are well appreciated, highly respected, and should be continued.

Recommendations:

- Aim for an international centre that attracts diverse constituents - both in gender and nationality. In addition to increasing the number of female members, encourage inbound flow of researchers from overseas. It will create the international and open atmosphere that increases the worldwide visibility of ICEPP and enhances its value both scientifically and culturally.
- The HL-LHC programme should be fully carried through. Physics goals attainable with high luminosity and high pileup should be clarified. Close collaboration with theorists is encouraged.
- While maintaining the high level of performance for the LHC grid computing which is well recognized within the LHC computing community, explore innovative computing technologies by profiting from the contacts with industry and including new developments in software and architecture such as Machine Learning and possibly Quantum Computing for the longer term.
- A post MEG II experiment taking advantage of the high-intensity muon beam at PSI should be seriously considered and a realistic design study should be initiated.
- Together with KEK and other universities, the effort of ICEPP to promote the ILC should be continued. In particular, studies on calorimeters as well as physics analyses to enhance the case for the ILC are encouraged. In addition, studies on selected accelerator technologies are recommended to maintain accelerator physics expertise over the long run.
- If the ILC goes forward in Japan, ICEPP will play a key role in seeding the growth of the Japanese HEP community and ICEPP should be prepared for this. A combined and balanced program of ILC and HL-LHC should be constructed.
- Continue to be involved in preparing the case for a future large collider FCC at CERN.

Tokyo, March 6, 2019

Eckhard Elsen

Tatsuya Nakada

Geoffrey Taylor

Katsuo Tokushuku

Hitoshi Yamamoto

Members of the Review Committee

Professor Eckhard Elsen
Director for Research and Computing,
European Organization for Nuclear Research (CERN)

Professor Tatsuya Nakada
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland

Professor Geoffrey Taylor
The University of Melbourne, Australia

Professor Katsuo Tokushuku
Director, Institute of Particle and Nuclear Studies,
High Energy Accelerator Research Organization (KEK), Japan

Professor Hitoshi Yamamoto (Chairperson)
Tohoku University, Japan

Agenda of the Review Committee Meeting

Date: 6th March, 2019

Place: The University of Tokyo, Faculty of Science Bldg. 1, Room 1017

Oral Presentation:

09:00	Introduction	S. Asai
09:20	ATLAS	
	Design, construction, operation, and upgrade	M. Ishino
	Physics	Y. Okumura
	Computing	J. Tanaka
	Break	
10:50	MEG	W. Ootani
11:20	ILC and Future Strategy of Particle Physics	T. Mori
11:50	Discussion - Q&A	
	Break	
13:00	Presentation - Support Material	S. Asai
13:30	Closed session	Reviewers
16:45	Wrap up	

東京大学素粒子物理国際研究センター (ICEPP)

国際評価委員会報告(和訳)

序文および一般的所見

ICEPPの前身は、エネルギーフロンティアの衝突型加速器を使った研究(DORIS蓄積リングのDASP実験)を推進するため、小柴教授により1974年に設立されたものである。それ以来東京大学の高エネルギー物理グループは、1994年の現ICEPPの設立を経て、日本の高エネルギー物理学を世界のトップレベルに押し上げる重要な役割を果たしてきた。その研究活動は、PETRA加速器でのJADE実験から、LEP加速器のOPAL実験、さらにLHC加速器を使ったアトラス実験に及んでいる。ICEPPは2004年には時限を廃止して延長され、レプトンフレーバーの破れの実験(MEG)や将来の電子・陽電子衝突型加速器(ILC)の準備研究も実施すべくその目的が拡張された。本国際委員会は、2004年の改組以降のICEPPの活動を評価し、さらに将来に対する提言をおこなうために組織された。本委員会は2019年3月6日に会合を開き、報告を聴取して慎重に議論した結果、本報告書を記すものである。

ICEPPは、日本の他研究機関の研究者が大型国際実験に生産的に参加できるようサポートし、またそれらの機関の若い逸材を育成することによって、「ハブ機関」として不可欠で特別な役割を果たしてきた。これは、研究をサポートするICEPPの強力な計算機施設の存在に加えて、ICEPPの研究者の持つ高いレベルの専門知識・技術によって可能となったものである。

現在の主要プロジェクトであるアトラスとMEGについては、最初の運転期間の終わりが近づいており、将来に向けて計画をたてるのが急務である。2030年代半ばまで続くHL-LHC(高輝度LHC)を最後まで全うすること、ILCを推進することに加え、MEG IIに続くプロジェクトを真剣に検討すべきである。現在CERNではFCC(Future Circular Collider)の展望が活発に検討されているが、ICEPPもその議論に関わっていくべきであると本委員会は考える。また、従来と同じ方法で計算機を運用する場合、HL-LHCで必要とされる計算機の能力が実際に用意できる計算機の能力をはるかに上回ってしまうことが予想されている(2026年問題)。ハードウェア・ソフトウェア両面から、なんらかの解決策を見つけることが必須であり、世界的にそのための努力がおこなわれている。ICEPPはその世界的な研究開発の先頭にたつて、さまざまなプロジェクトをリードしていくべきである。

現在のICEPP教員の多くは日本人男性であり、多様性に欠けている。多くの女性研究者を雇用し、多くの海外の研究者をICEPPでの共同研究に引き込むことで、国際研究センターとしてのICEPPの価値が著しく高まると確信している。海外の研究者を主な対象とした客員研究員や特別研究員の制度をつくって広く周知させること、興味深いトピックをとりあげた国際会議を主催することも、ICEPPの価値を高めるために有効であろう。

ICEPPの予算の多くはプロジェクト志向型のものである。総予算のおおよそ半分をアトラス実験Tier2計算機センターの運用に費やしており、国内の「ハブ機関」としての役割を果たすための予算はか

なり少ない。ICEPPが日本の高エネルギー物理学コミュニティに対して果たしている役割は既に高いレベルにあるが、これをより高めるためには、プロジェクトの枠に属さない予算の増加が必要である。

現在、日本の高エネルギーコミュニティは、世界の素粒子物理コミュニティの中で極めて重要な役割を担っている。過去から現在にいたるまでICEPPによって達成されてきた業績が、これに大きく貢献していることを本委員会は称賛する。この極めて重要、かつ、他に例のないICEPPの機能は将来にむけて継続され、より促進されるべきものであると、本委員会は確信している。

各プロジェクトについて:

アトラス実験・全般

現在、ICEPPは9名の教員と17名の研究員、さらに29名の大学院生によって構成され、いくつかのプロジェクトが同時に進んでいるが、アトラス実験はその中の基幹プロジェクトである。多くの大学院生と共同して研究を進められることは、大学を基盤に持つ研究機関の強みである。ICEPPはアトラス実験初期メンバーの一員として実験概念の設計段階から寄与をしてきた。日本の他のアトラス実験参加機関と協力して、ICEPPはミュオン粒子検出器 (Thin-Gap-Chamber: TGC) を使った前後方ミュオン粒子検出器システムのデザイン・製作・コミッショニング・運転をリードし、レベル1ミュオン粒子トリガーシステムを構築する責任を担った。

KEKがミュオン粒子検出器の建設を主導する一方、ICEPPはミュオン粒子トリガーシステムの試験・コミッショニングをリードした。アトラス実験に参加する日本の研究機関の中で最大の規模を持つICEPPは、他大学のメンバーを統合してアトラス実験の中心で活躍できるようにガイドする役割も担ってきた。規模の小さい日本の大学では教員をCERNに長期滞在させることが難しい場合が多いのに対し、ICEPPの教員は現地での長期滞在が可能である。この利点を活かして、所属機関に関係なく他大学の大学院生の研究指導をおこなってきた。これは単なる小規模な大学へのサービスにとどまらず、アトラス日本グループ全体としての業績を最大化することに貢献している。CERN現地にICEPP教員が長期滞在していることは、アトラス実験におけるリーダー(各種のグループリーダー、プロジェクトリーダー)としての役割を果たすことを可能にしており、多くのメンバーが各人の得意分野でそれらの役割を担っている。その結果、ICEPPはアトラス実験グループの中で最も重要なグループの1つとなっており、世界的にその名が知られている。

ICEPPは、高輝度LHCプロジェクトに向けたアトラス実験 ミュオン粒子トリガーのアップグレード計画も推進している。複数の日本の研究機関が協力して計画を進めており、ここでもICEPPのメンバーがリーダーシップを発揮している。これはICEPPが傑出した役割を果たしているもう1つの具体例である。

アトラス実験・物理

本委員会は、ICEPPがアトラス実験の物理成果に対してさまざまな業績を上げ、極めて重要な貢献をしてきたと認識している。ICEPPの研究者は、多くの重要な物理過程の解析をリードしてきた。ヒッグス粒子の発見時には $\gamma\gamma$ 、WW崩壊モードの解析チームのリーダーをICEPPメンバーがつとめた。他にもVector-Boson-Fusionジェットを使ったヒッグス粒子の探索、ヒッグス粒子のb-クォーク対への崩壊や τ -レプトン対への崩壊、超対称性粒子の探索の解析チームのリーダーをつとめている。本委員会は、ICEPPの研究者が多くの重要な物理解析チャンネルでコンビナーをつとめてきたことを高く評価する。具体的には、SUSYグループ全体・Exotic物理グループ全体のコンビナー、Standard Modelグループ・Higgsグループ・Exotic物理グループのサブコンビナー、トリガーソフトウェア開発のチームリーダーなどである。これらの役割を果たしてきたことで、ICEPPの卓越した貢献は3000人のアトラス実験メンバーによって明確に認知されている。

ICEPPの大学院生、研究員、教員をCERNに長期滞在させて物理解析を集中的におこなうという方針は、旅費が多くかかるものの、極めて効率が高く、多くの成果をあげている。ICEPPがCERNで維持管理している計算機分室の存在とあわせて、実験現場のCERNに高い機動力のあるグループを作ることに成功している。これまでに、19人の東京大学の大学院生がアトラス実験をテーマとして博士論文を完成させた。9人の教員が常時滞在していることやアトラス実験が走りをはじめからの年月を考慮すると若干少ないようにみえるが、より多くの修士論文を完成させていることも考慮すると、この数字は適切なものである。

ICEPPはアトラス日本グループがとりくむべきプロジェクトの決定にあたって、重要な役割を果たしており、このことが、日本グループ全体として調和のとれた取り組みを可能にしている。アトラス日本グループが物理プログラムを効率よくリードするためには、日本の理論研究者から多くのインプットを受けることが本質的に重要である。特にLHCの第3期運転の後、高輝度LHCプロジェクトの時代に入ると、より高統計のデータを使った精密測定が重要になる。本委員会は、今以上に理論研究者(例えばIPMUに所属している理論研究者など)との協力関係を広げることを推奨する。ICEPPは高輝度LHCプロジェクトを強力に推進する計画であり、高輝度実験環境で得られる高統計のデータをつかいた物理解析の方針をICEPPが開拓することを、本委員会は推奨する。

CERN研究所で検討中の将来プロジェクト Future Circular Collider (FCC: 100 TeVの陽子衝突型加速器)は、エネルギーフロンティアの物理を追求するというICEPPの基本方針にも良く合致しており自然な検討対象となるが、ICEPPとしては加速器建設のタイムスケールにあわせてゆっくと研究を展開していくことになるだろう。ICEPPのエネルギーフロンティアの物理プログラムは、電子・陽電子衝突型実験に始まり、LHC加速器が実現したことで陽子・陽子衝突型実験へと展開してきた。もし高輝度LHC加速器の運転期間に国際リニアコライダー計画が実現した場合、本委員会は、ICEPPがこれら2つのプロジェクトに対してバランス良く寄与することを推奨する。

アトラス実験・計算機

ICEPPはJADE実験・OPAL実験の頃から高性能の計算機を運用してきた経験と実績を持っており、アトラス実験の計算機システムにおけるTier 2センターの役割をICEPPが担当するのは自然なことであった。ICEPPは、LHC実験において必要とされる大規模な計算機能力を確保するための国際共同組織である World Wide LHC Grid Computing (WLCG) に早い段階から参加した。ICEPPは計算機システムの設置・保守・運用を外部の業者に委託する方法を採用したが、このアプローチは極めて現実的、かつ有効であった。このおかげでICEPPの人的資源を不必要に割くことなく、アトラス実験の計算機能力の増強に大いに貢献することが可能となった。ICEPPのTier 2センターの運用実績は非常に優れており、計算機システムの稼働率は極めて高い。ダウンタイムは計算機を3年毎に更新する際に発生するものが主な要因である。計算機の維持・運用に関する予算はほぼ一定のレベルを維持している。計算能力、ストレージ容量とも十分な規模があり、国内の需要にもアトラス実験全体の需要にも対応できている。

高輝度LHCプロジェクトでは必要とされる計算機資源量の急激な増加が見込まれており、それを満たすために今とはまったく異なる手法の開発が必要になる。ICEPPはGoogleクラウドサービスを活用する研究を進めており、また、量子アニーリング手法の活用や、量子コンピュータをつかった問題の解決にも取り組み始めたところである。

ICEPPは日本の科学計算機分野における強いリーダーシップを維持しようとしているが、将来の予算の裏付けはないため、その道は困難である。将来の計算機資源のあり方には多様な可能性があり、たとえば、高エネルギー物理学分野の計算技術やソフトウェアを国際的な枠組みで開発する組織、“HEP Software Foundation”に参加する方法もある。今後必要とされる計算機資源の急増に備えて、他分野の科学計算機グループと協力関係をもつ可能性を探ることも推奨する。そのためには、現在の計算機レンタル費用に加えてある程度の予算増加が必要となるが、これは重要なことであり、長期的・総合的な視点に立って考えた時、大幅な予算節約というメリットをもたらすことになるだろう。

MEGおよびMEG II

PSIの $\mu \rightarrow e \gamma$ 実験 (MEG) は1999年に提案され、その発案の中心となったのはICEPPグループであった。実験は首尾よくおこなわれ、2016年に終了した。 $\mu \rightarrow e \gamma$ 崩壊に対する世界で最もよい感度を達成した。ICEPPグループは、物理解析に加え、測定器の開発と建設、特に液体キセノンカロリメータに対して重要な貢献をした。本委員会はこれらの実績について研究グループを称賛する。

研究チームは現在、実験感度を10倍向上させることを目指して、背景事象をさらに排除するため、測定器のアップグレードをおこなっている (MEG II実験)。ICEPPグループは、液体キセノン測定器の光電子増倍管をMPPCに交換するなど、さまざまな鍵となるアップグレードの責任を負っている。測定器は準備が整い、2019年にエンジニアリングランが期待されている。

これらのプロジェクトは、少数の人々が強い主導権を持って実施しており、日本学術振興会からの外部助成金で賄われてきた。MEG II実験期間中、グループが勢いを保ち、その努力の成果である物理結果を獲得するためには、新しい日本学術振興会の助成金を確保することが必要不可欠である。

本委員会は、このグループがPSIの高強度ミュオンビームを活かした将来の実験を検討し始めていることに留意する。その様な活動は大いに奨励すべきである。

ILC

80年代から90年代の電子・陽電子衝突型加速器での多大な経験に基づいて、東京大学とその他の日本の複数のグループは、300 GeVのリニアコライダー JLC-Iの提案をおこなった。2004年には、世界でおこなわれていた複数の活動が、リニアコライダー ILCのための全世界的な協力の枠組みに統合された。2012年には技術設計報告書の公開と同時に、日本のHEP(高エネルギー物理)コミュニティーは、ILCをホストすることに関心があると表明した。

ICEPPはKEKと共に、数々のレベルで常にILCの推進に深く関わり、政界および産業界から大きな支援を集めてきた。ICEPPはまた、最終収束系など、加速器技術の特定の課題にも貢献してきた。そのような研究は、一般的な若い加速器物理研究者を募り、教育するのに役立つだろう。ILC測定器研究に対するICEPPの貢献は多岐にわたるが、電磁カロリメータとハドロンカロリメータ双方のためのParticle Flow(粒子の流れ)というアイデアに基づいた先端的なカロリメータ開発に注力している。これらに加え、ICEPPの物理研究者は、HL-LHCでの解析を補うILCの物理の重要性を示す鍵となる準備研究をリードしてきた。これらの活動は高く評価され、また重要視されており、今後も続けていくべきである。

提言

- ・ 性別・国籍の両面において多様な構成員を引きつける国際センターを目指しなさい。女性教員の数を増やすことに加え、海外からの研究者の流入も促進しなさい。それによって、ICEPPの国際的な知名度を向上させ、科学的にも文化的にもその重要性を高めていく、国際的で開かれた環境が作られるであろう。
- ・ HL-LHC (高輝度LHC) プログラムは完遂すべきである。高輝度と高いパイラアップ環境において達成可能な物理目標を明らかにすべきである。理論研究者との密接な協力を推奨する。
- ・ LHCグリッドコンピューティングにおける高水準の性能実績は、LHCコンピューティングコミュニティの中で高く評価されており、それを維持していくと共に、産業界との関係を活かして、機械学習とさらに可能であれば量子コンピュータなど、ソフトウェアとアーキテクチャの新しい開発をおこなって、革新的な計算機技術を探求しなさい。さらに、他の科学計算機施設の共用について検討しなさい。
- ・ PSIの高強度ミューオンビームを活かしたMEG II以後の実験を真剣に検討し、現実的な設計研究に着手すべきである。
- ・ KEKや他の大学と連携して、ILCを推進する努力をICEPPは継続すべきである。特にカロリメータの研究と、ILCの重要性をより高める物理解析への取り組みを推奨する。加えて、いくつか選ばれた加速器技術の研究をおこない、長期にわたって加速器物理の専門技術を維持していくことを勧める。
- ・ ILC計画が日本で進めば、ICEPPは日本の高エネルギーコミュニティーが発展する核となる重要な役割を果たすであろう。ICEPPはその為に備えるべきである。ILCとHL-LHCを合わせたバランスよい計画を立てるべきである。
- ・ CERNの将来大型コライダーFCCへの基盤を作る準備研究に引き続き参加していきなさい。

於 東京、2019年 3月 6日

Eckhard Elsen

中田 達也

Geoffrey Taylor

徳宿 克夫

山本 均

抄訳

- 1) 素粒子物理国際研究センター (ICEPP) は、日本の諸大学・研究機関に所属する研究者が、海外でおこなわれる大型国際実験の中心で研究を進められるように、唯一無二の「ハブ」として不可欠な役割を果たしてきた。
- 2) ICEPP は、共同利用・共同研究拠点として、若い優秀な研究者の育成を、海外での大型国際プロジェクトを通しておこなっている。
- 3) LHC-アトラス実験では、ICEPP は、立ち上げグループの一員として、ミューオン検出器・トリガーシステムの構築をおこない、同時に地域解析センターも高い運用実績で研究を支えている。物理解析では極めて重要な貢献をおこない、ヒッグス粒子発見に大きく貢献している。これらは、CERN にスタッフや学生を長期滞在させ、物理解析を集中的におこなった成果である。
- 4) 高輝度 LHC, MEG II 実験を最後まで責任をもって遂行することが望まれるが、同時に、ILC 計画や FCC 計画を含め、将来計画の準備を進めるべきである。
- 5) 高輝度 LHC で必要となる計算機資源を賄うために、ハードウェア、ソフトウェア両面での何らかの技術的な解決策を見いだす必要があり、ICEPP は、その世界的な開発研究の推進の先頭にたって、さまざまなプロジェクトをリードすべきである。
- 6) 現在の ICEPP の教員構成は、日本人男性に偏っている。女性研究者の雇用や、海外の研究者を共同利用の客員研究員などとして採用するべきである。
- 7) 現在の ICEPP 予算は、プロジェクト指向であり、多くが地域解析センターのハードウェアに使われている。1) 2) で述べたハブとしての機能を高めていくための予算の増額が必要である。
- 8) 日本の高エネルギーコミュニティーは、世界の素粒子物理コミュニティーの中で極めて重要な役割を担っているが、ICEPP が担ってきた役割は大きい。この極めて重要、かつ、他に例のない ICEPP の機能は将来にむけて継続され、より促進されるべきである。

ICEPP 国際評価委員会 委員リスト

Eckhard Elsen

欧州合同原子核研究機構・副所長（研究およびコンピューティング部門）

中田 達也

スイス連邦工科大学ローザンヌ校・教授

Geoffrey Taylor

メルボルン大学・教授

徳宿 克夫

高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所・所長、教授

山本 均（委員長）

東北大学・教授

ICEPP 国際評価委員会 議事日程

期日： 2019年 3月 6日

場所： 東京大学 理学部 1号館 1017号室

報告：

09:00	Introduction	浅井
09:20	ATLAS	
	Design, construction, operation, and upgrade	石野
	Physics	奥村
	Computing	田中
	Break	
10:50	MEG	大谷
11:20	ILC and Future Strategy of Particle Physics	森
11:50	Discussion - Q&A	
	Break	
13:00	Presentation - Support Material	浅井
13:30	Closed session	審査員
16:45	Wrap up	