

粒子物理学における欧州の未来戦略

粒子物理学は新しいそして興奮する発見の時代に突入しかかっている。次の世代の実験は新しい領域を探索し空間と時間の深い構造を解き明かすであろう。それらの実験で物質の基本要素と相互作用の性質をこれまでにない精度で測定し、ヒッグス粒子や新しい物質の形など新しい現象を発見するであろう。物質の質量の源泉、宇宙の物質と反物質の非対称性、宇宙に充満する暗黒物質と暗黒エネルギーなど、長い間解かれていない一連の謎については、もうすぐ新しい測定がもたらす洞察によって理解が進むであろう。さらにそれらの結果は、我々が宇宙を理解しようとする方法に深遠なるインパクトをもたらすであろう。欧州の粒子物理学分野は、現在のエキサイティングなしかも広範な研究プログラムを完璧に追及すべきである。さらに欧州の粒子物理学は、新しいフロンティアの探求によって現れてくる新たな挑戦に向かう準備を行うべきであり、ますますグローバル化する探求において全面的に参加すべきである。

一般項目

1. 欧州の粒子物理学は強力な国立研究所、大学と研究所、それにCERNに基礎を置いている。欧州は粒子物理学の中心的役割を維持し強化すべきである。
2. 粒子物理学はますますグローバル化し集中化しかつ巨大化してきており、そのためよく企画調整された欧州内の戦略の存在が肝要である。この戦略はCERN理事会によって決定されかつアップデートされる。

科学的活動

3. LHCは、予見できる将来におけるエネルギーフロンティアの加速器であり、その分野での欧州のリーダーシップを維持するものである。最高の優先度は、LHCの物理の可能性を最大限に引き出すことであり、加速器と実験がそれらの設計された性能で最大限に運転することを可能にするよう、最初のプログラムを完成するための資源が確保されるべきである。引き続き主要なルミノシティアップグレード(SLHC)は、物理の結果と運転の経験による動機により、焦点を絞った開発研究によって可能になるであろう。この目的のために、加速器と実験装置の開発研究は、現在から精力的に追及される必要があり、2015年頃のルミノシティアップグレードに向かって中心的に組織化されるべきである。
4. エネルギーとルミノシティの最前線をさらに推し進める位置にいるためには、最前線の加速器R&Dプログラムを強化することが急務である。将来の加速器のためにCLIC技術と高い性能のマグネットを開発すること、さらに高い強度のニュートリノ施設の研究と開発において重要な役割を演ずるよう、協力プログラムは強化されるべきである。

5. LHCの結果をリニアコライダーによる測定で補足することは原理的に重要である。リニアコライダーは、0.5から1.0 TeVのエネルギー領域において、超伝導技術に基づいて、精度のフロンティアにおいてユニークな科学的機会を提供するであろう。この点において、2010年頃の理事会による新しい評価が可能であるようにするために、建設に向けての設計と技術的な準備のために、CERNも含めて、グローバルデザインエフォートを通じた、強くかつよく企画調整された欧州の活動があるべきである。

6. 2012年ころに明らかになる情報に基づいて、最適のニュートリノプログラムを決定することが可能になるためには、将来のニュートリノ施設の科学的重要性の研究と関連する技術へのR&Dが必要である。理事会は、世界的なニュートリノプログラムにおいて、企画調整された欧州の参加を促進するために、能動的な役割を果たすであろう。

7. いくつかの大変重要な非加速器実験が、粒子物理学と宇宙粒子物理学の境界領域において企画されており、これらは他の方法では観測できない現象を探求するものである。理事会は、お互いの分野の益になる調整された戦略を企画するためにApPECとの協力を模索する。

8. 低いエネルギーの高いルミノシティフロンティアにおけるフレーバー物理と高精度の測定は、粒子物理学における我々の理解を補足するものであり、高いエネルギーフロンティアでの結果をより精度よく解釈することができるようになる。これらの実験は、国ないし地域の協力によって主導されるべきもので、欧州の研究所や研究機関による参加は促進されるべきである。

9. 粒子物理学と原子核物理学の境界領域では、いろいろな重要な研究系統があり、目的を絞った実験が必要である。理事会は、お互いの益となる分野においてNuPECCとの協力を模索し、CERNにおける固定標的実験を行う可能性を維持する。

10. 欧州の理論物理学は、標準模型をかたち作り確実化する過程、ならびに将来の発見のための可能なシナリオを形成する過程において、決定的な役割を果たしてきた。強力な理論研究と実験屋との密接な協力は、粒子物理学を推進するために、また実験的進展を最大限に利用するためにも、原理的に重要である。近未来に出るLHCの結果は、理論研究の発展において新しい窓を開くものであり、新しい理論計算が必要となり、それらは十分広範囲に支援されるべきである。

組織的な項目

11. 粒子物理学において欧州の戦略を決定しアップデートし続けることは、基本的に必要である。理事会は、CERNの協約の第II-2(b)条に従って、欧州の粒子物理学の理事会としての責任を担うものであり、少なくとも年に1回この目的のために特別な会合を開くこととする。理事会は、この目的のために設立される専断的な科学的委員会からの提案と観測に基づいて、戦略を決定しアップデートする。

12. 欧州や他の地域の将来の主要な施設は、グローバル規模での協力が必要とされる。理事会は、大規模な施設の建設と運転を成功させた欧州の経験に基づき、欧州の可能性を維持しながら、最もよく資源を使用することを通じて粒子物理学の成果を最大にする目的をもって、欧州が世界の他の地域と協力するためのフレームワークを準備する。

13. 欧州ユニオン(EU)は、そのプログラムを通じて、広い意味において、それ自身の確立された機構と組織を持って、欧州の粒子物理学とともに欧州研究分野を形成するものである。戦略に関する項目においてコミュニケーションに関してこの関係を強化する必要がある。

14. 非加盟国からの粒子物理学の研究者は、CERNの加盟国の資金による研究プログラムによる恩恵を受けているし、また同時に支援も果たしている。理事会は戦略を検討するにあたって非加盟国がどのように関わるか確立すべきである。

補足事項

15. 物理の原理は、科学的なそして哲学的な思考にインパクトを与え、我々がどのように宇宙を知覚し、宇宙の中で人類が何を果たすべきかについて影響を与えることになる。我々の発見の不思議を人々や若い世代とともに分かち合うことは、粒子物理研究のひとつの必要な仕事である。いかなる主要な計画も、十分な資金でもって広報活動が支援されるべきである。理事会は、各々の加盟国からの密接に協力し合うプロの広報官とのネットワークを形作り支援し強化し、欧州の粒子物理学のコミュニケーションと教育の戦略をモニターして、定期的に理事会に報告する。

16. 原子核ならびに粒子物理学研究のために開発された技術は、物質科学や生物学(たとえば放射光施設)、通信情報技術(たとえばウェブや計算機グリッド)や健康(陽電子トモグラフィや放射線治療施設)などの分野の社会に、継続してインパクトを及ぼし続けている。粒子物理学研究のスピノフのインパクトをさらに促進するために、CERNおよび加盟国における適切な技術移転の担当代表は技術移転フォーラムを形成して、技術移転計画一般に関する成功の鍵を分析し、その効率を改善し、産業と研究の間で科学者と技術者を流動化することによって知識の移転を促進する提案を行うべきである。

17. 粒子物理学のために必要な技術的な前進は、欧州の産業に存在する技術的な知識から恩恵を受けているし、それらに刺激も与えている。理事会は、将来における産業界との連携は、現在の最高の状態を利用し、引き続き蓄積された経験により利益を得るようにすることにより、産業界との結びつきを確実にし強化するものである。

以上は2006年7月14日にリスボンで開催されたCERN理事会の特別会合において満場一致で承認された。

The European strategy for particle physics

Particle physics stands on the threshold of a new and exciting era of discovery. The next generation of experiments will explore new domains and probe the deep structure of space-time. They will measure the properties of the elementary constituents of matter and their interactions with unprecedented accuracy, and they will uncover new phenomena such as the Higgs boson or new forms of matter. Long-standing puzzles such as the origin of mass, the matter-antimatter asymmetry of the Universe and the mysterious dark matter and energy that permeate the cosmos will soon benefit from the insights that new measurements will bring. Together, the results will have a profound impact on the way we see our Universe; *European particle physics should thoroughly exploit its current exciting and diverse research programme. It should position itself to stand ready to address the challenges that will emerge from exploration of the new frontier, and it should participate fully in an increasingly global adventure.*

General issues

1. European particle physics is founded on strong national institutes, universities and laboratories and the CERN Organization; *Europe should maintain and strengthen its central position in particle physics.*
2. Increased globalization, concentration and scale of particle physics make a well coordinated strategy in Europe paramount; *this strategy will be defined and updated by CERN Council as outlined below.*
4. In order to be in the position to push the energy and luminosity frontier even further it is vital to strengthen the advanced accelerator R&D programme; *a coordinated programme should be intensified, to develop the CLIC technology and high performance magnets for future accelerators, and to play a significant role in the study and development of a high-intensity neutrino facility.*

Scientific activities

3. The LHC will be the energy frontier machine for the foreseeable future, maintaining European leadership in the field; *the highest priority is to fully exploit the physics potential of the LHC, resources for completion of the initial programme have to be secured such that machine and experiments can operate optimally at their design performance.* A subsequent major luminosity upgrade (SLHC), motivated by physics results and operation experience, will be enabled by focussed R&D; *to this end, R&D for machine and detectors has to be vigorously pursued now and centrally organized towards a luminosity upgrade by around 2015.*
5. It is fundamental to complement the results of the LHC with measurements at a linear collider. In the energy range of 0.5 to 1 TeV, the ILC, based on superconducting technology, will provide a unique scientific opportunity at the precision frontier; *there should be a strong well-coordinated European activity, including CERN, through the Global Design Effort, for its design and technical preparation towards the construction decision, to be ready for a new assessment by Council around 2010.*
6. Studies of the scientific case for future neutrino facilities and the R&D into associated technologies are required to be in a position to define the optimal neutrino programme based on the information available in around 2012; *Council will play an active role in promoting a coordinated European participation in a global neutrino programme.*
7. A range of very important non-accelerator experiments take place at the overlap between particle and astroparticle physics exploring otherwise inaccessible phenomena; *Council will seek to work with ApPEC to develop a coordinated strategy in these areas of mutual interest.*

8. Flavour physics and precision measurements at the high-luminosity frontier at lower energies complement our understanding of particle physics and allow for a more accurate interpretation of the results at the high-energy frontier; *these should be led by national or regional collaborations, and the participation of European laboratories and institutes should be promoted.*
9. A variety of important research lines are at the interface between particle and nuclear physics requiring dedicated experiments; *Council will seek to work with NuPECC in areas of mutual interest, and maintain the capability to perform fixed target experiments at CERN.*
10. European theoretical physics has played a crucial role in shaping and consolidating the Standard Model and in formulating possible scenarios for future discoveries. Strong theoretical research and close collaboration with experimentalists are essential to the advancement of particle physics and to take full advantage of experimental progress; *the forthcoming LHC results will open new opportunities for theoretical developments, and create new needs for theoretical calculations, which should be widely supported.*
14. Particle physicists in the non-Member States benefit from, and add to, the research programme funded by the CERN Member States; *Council will establish how the non-Member States should be involved in defining the strategy.*

Complementary issues

15. Fundamental physics impacts both scientific and philosophical thinking, influencing the way we perceive the universe and our role in it. It is an integral part of particle physics research to share the wonders of our discoveries with the public and the youth in particular. Outreach should be implemented with adequate resources from the start of any major project; *Council will establish a network of closely cooperating professional communication officers from each Member state, which would incorporate existing activities, propose, implement and monitor a European particle physics communication and education strategy, and report on a regular basis to Council.*
16. Technology developed for nuclear and particle physics research has made and is making a lasting impact on society in areas such as material sciences and biology (e.g. synchrotron radiation facilities), communication and information technology (e.g. the web and grid computing), health (e.g. the PET scanner and hadron therapy facilities); *to further promote the impact of the spin-offs of particle physics research, the relevant technology transfer representatives at CERN and in Member states should create a technology transfer forum to analyse the keys to the success in technology transfer projects in general, make proposals for improving its effectiveness, promoting knowledge transfer through mobility of scientists and engineers between industry and research.*
17. The technical advances necessary for particle physics both benefit from, and stimulate, the technological competences available in European industry; *Council will consolidate and reinforce this connection, by ensuring that future engagement with industry takes account of current best practices, and continuously profits from the accumulated experience.*

Organizational issues

11. There is a fundamental need for an ongoing process to define and update the European strategy for particle physics; *Council, under Article II-2(b) of the CERN Convention, shall assume this responsibility, acting as a council for European particle physics, holding a special session at least once each year for this purpose. Council will define and update the strategy based on proposals and observations from a dedicated scientific body that it shall establish for this purpose.*
12. Future major facilities in Europe and elsewhere require collaborations on a global scale; *Council, drawing on the European experience in the successful construction and operation of large-scale facilities, will prepare a framework for Europe to engage with the other regions of the world with the goal of optimizing the particle physics output through the best shared use of resources while maintaining European capabilities.*
13. Through its programmes, the European Union establishes in a broad sense the European Research Area with European particle physics having its own established structures and organizations; *there is a need to strengthen this relationship for communicating issues related to the strategy.*

Unanimously approved by the CERN Council at the special Session held in Lisbon on 14 July 2006