

高エネルギー物理学 の将来計画

森俊則

東京大学素粒子物理国際研究センター

将来計画小委員会

- 2009年春の高エネルギー物理学研究者会議総会での議論の後、高エネルギー委員会により設置
- 任務:
 - 10年以上先の将来（現LHC後）を俯瞰して日本の将来計画について答申する
 - 物理の重要性に基づく議論、国際的動向を踏まえる
 - 非加速器素粒子物理実験も含める

<http://www.icepp.s.u-tokyo.ac.jp/hecsubc/>

過去の将来計画検討小委員会

- 1986年答申（長嶋委員会）
 - TeV領域の電子リニアコライダーR&D
 - SSCによる国際協力
 - TRISTANの増強、スーパー神岡の推進
 - 1997年答申（駒宮委員会）
 - 次期基幹計画は電子リニアコライダー（第一期250～500GeV、LHCと同時期目指す）
 - KEKB（建設中）の遂行
- コミュニティの次期計画推進の指針となってきた

委員の構成

- 浅井祥仁（東大）、飯嶋徹（名大）、石井恒次（KEK）、井上邦雄（東北大）、後田裕（KEK）、大西幸喜（KEK）、久野純治（名大）、栗木雅夫（広大）、小林隆（KEK）、田窪洋介（KEK）、中家剛（京大）、野尻美保子（KEK）、野村正（KEK：幹事）、羽澄昌史（KEK）、花垣和則（阪大：幹事）、村山斉（東大）、森俊則（東大：委員長）、諸井健夫（東大）、山下了（東大）

理論・加速器も含む広い分野の若手（＜50歳）

将来計画の策定に向けた提言

(2011年4月)

- 約1年半をかけて現行および将来計画をレビュー
- コミュニティ内の議論の出発点、叩き台
 - 次の5年間に期待される発見を踏まえる
 - 将来計画実施のシナリオを提示
 - 発見に応じて機動的に将来計画の戦略を検討する
- 常置委員会の提案

提言は2011年3月に策定されたが地震のため公開が遅れた

最終答申への道のり

- 2011 4/19 提言
- 2011 6/25 キックオフ・タウンミーティング (東京)
- 2011 7/29 宇宙・地下実験タウンミーティング (柏)
- 2011 8/09 J-PARC タウンミーティング (東海)
- 2011 9/10 コライダー実験タウンミーティング (名古屋)
- 2011 9/17 全体タウンミーティング (学会シンポ) (弘前)
- 2012 2/11 最終答申を高エネルギー委員会へ提出
 - 2012 3/05 最終答申を公開
- 2012 3/25 高エネルギー物理学研究者会議総会で議論 (大阪)
- 2012 3/26 高エネルギー委員会により承認

提言の内容がコミュニティの議論で認められて答申となった

最終答申

答申

本小委員会は日本の高エネルギー物理学の基幹となる大規模将来計画に関して、以下の提言をする。

大規模計画

- LHCにおいて1TeV程度以下にヒッグスなどの新粒子の存在が確認された場合、日本が主導して電子・陽電子リニアコライダーの早期実現を目指す。特に新粒子が軽い場合、低い衝突エネルギーでの実験を早急に実現すべきである。一方でLHCおよびそのアップグレードによって間断なく新物理の探究を続けていく。新粒子・新現象のエネルギースケールがより高い場合には、必要とされる衝突エネルギーを実現するための加速器開発研究を重点強化する。
- 大きなニュートリノ混合角 θ_{13} が確認された場合、ニュートリノ振動を通じたCP対称性の研究に向けて、必要とされる加速器の増強と共に、国際協力で大型ニュートリノ測定器の実現を目指す。大型ニュートリノ測定器は、大統一理論の直接の証拠となる陽子崩壊探索に対しても十分な感度を持つようにすべきである。

これら基幹となる大規模計画については、高エネルギー委員を核とする将来計画委員会
が、今後LHC等によって得られる新たな知見に応じて素早く機動的に対応していくことを期待する。

常置委員会

現在建設中のSuperKEKBについては、測定器も含め、予定通り完成させて遂行することが肝要である。また、現在計画中の中小規模計画の幾つかは、将来ニュートリノ物理のように重要な研究分野に発展するポテンシャルを持っており、並行して推進することにより多角的に新しい物理を探求していくことが必要である。J-PARCでのミューオン実験を始めとするフレーバー物理実験、暗黒物質やニュートリノを伴わない二重 β 崩壊の探索実験、宇宙マイクロ波背景放射偏光のBモード揺らぎ観測や暗黒エネルギー観測は、これに該当する研究と考えられる。

中小規模計画

大規模計画 (1)

- LHCにおいて1TeV程度以下にヒッグスなどの新粒子の存在が確認された場合、日本が主導して電子・陽電子リニアコライダーの早期実現を目指す。特に新粒子が軽い場合、低い衝突エネルギーでの実験を早急に実現すべきである。一方でLHCおよびそのアップグレードによって間断なく新物理の探究を続けていく。新粒子・新現象のエネルギースケールがより高い場合には、必要とされる衝突エネルギーを実現するための加速器開発研究を重点強化する。



7月に軽いヒッグス粒子発見
コヒーレントな戦略へILC戦略会議を設置

大規模計画 (2)

- 大きなニュートリノ混合角 θ_{13} が確認された場合、ニュートリノ振動を通じたCP対称性の研究に向けて、必要とされる加速器の増強と共に、国際協力で 大型ニュートリノ測定器の実現 を目指す。大型ニュートリノ測定器は、大統一理論の直接の証拠となる 陽子崩壊探索 に対しても十分な感度を持つようにすべきである。



大きな混合角 θ_{13} を確認

常置委員会

これら基幹となる大規模計画については、高エネルギー委員を核とする将来計画委員会
が、今後LHC等によって得られる新たな知見に応じて素早く機動的に対応していくことを
期待する。

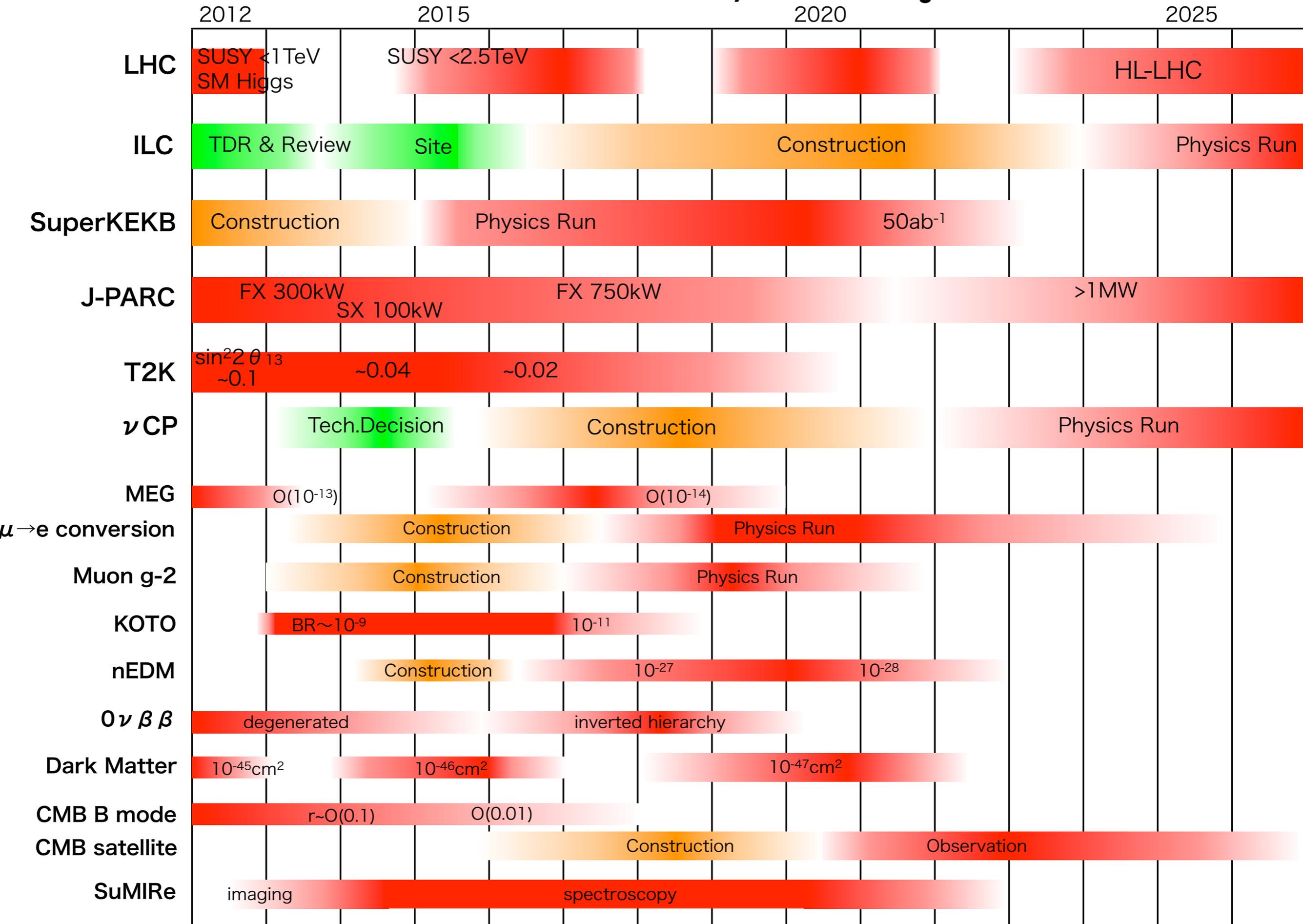


将来計画委員会を設置、6月に第一回会合

その他（中小規模）プロジェクト

現在建設中のSuperKEKBについては、測定器も含め、予定通り完成させて遂行することが肝要である。また、現在計画中の中小規模計画の幾つかは、将来ニュートリノ物理のように重要な研究分野に発展するポテンシャルを持っており、並行して推進することにより多角的に新しい物理を探求していくことが必要である。J-PARCでのミュオン実験を始めとするフレーバー物理実験、暗黒物質やニュートリノを伴わない二重 β 崩壊の探索実験、宇宙マイクロ波背景放射偏光のBモード揺らぎ観測や暗黒エネルギー観測は、これに該当する研究と考えられる。

Timelines of Current/Future Projects

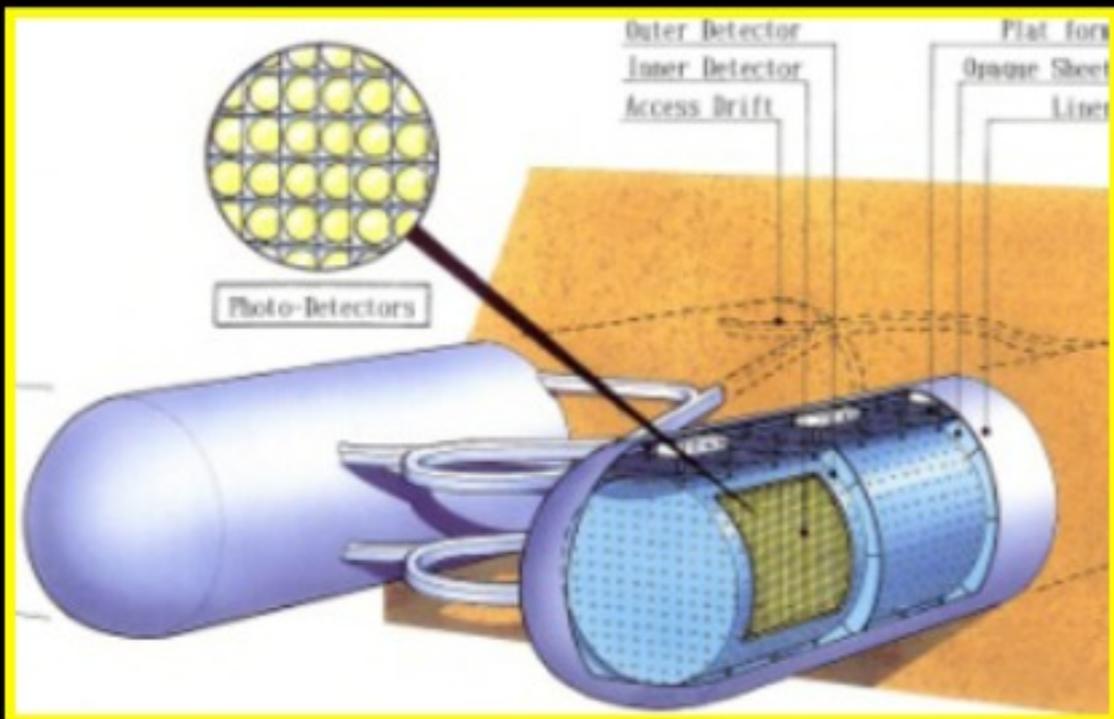


答申	4
1 素粒子物理学の現状と展望	6
1.1 素粒子物理学の現状	6
1.2 素粒子物理学の展望	8
2 エネルギーフロンティア	11
2.1 概要	11
2.2 国際リニアコライダー	11
2.3 LHCアップグレード	14
2.4 その他の計画	15
3 ニュートリノ振動	17
3.1 ニュートリノ振動と陽子崩壊	17
3.2 現状	17
3.3 将来計画	17
4 フレーバー物理	23
4.1 Super B-factory	23
4.2 ミューオン	24
4.3 Kaon 実験	25
4.4 中性子	25
5 非加速器素粒子実験	26
5.1 地下素粒子実験	26
5.2 宇宙観測	28
6 人材育成、技術開発について	30

大型ニュートリノ測定器

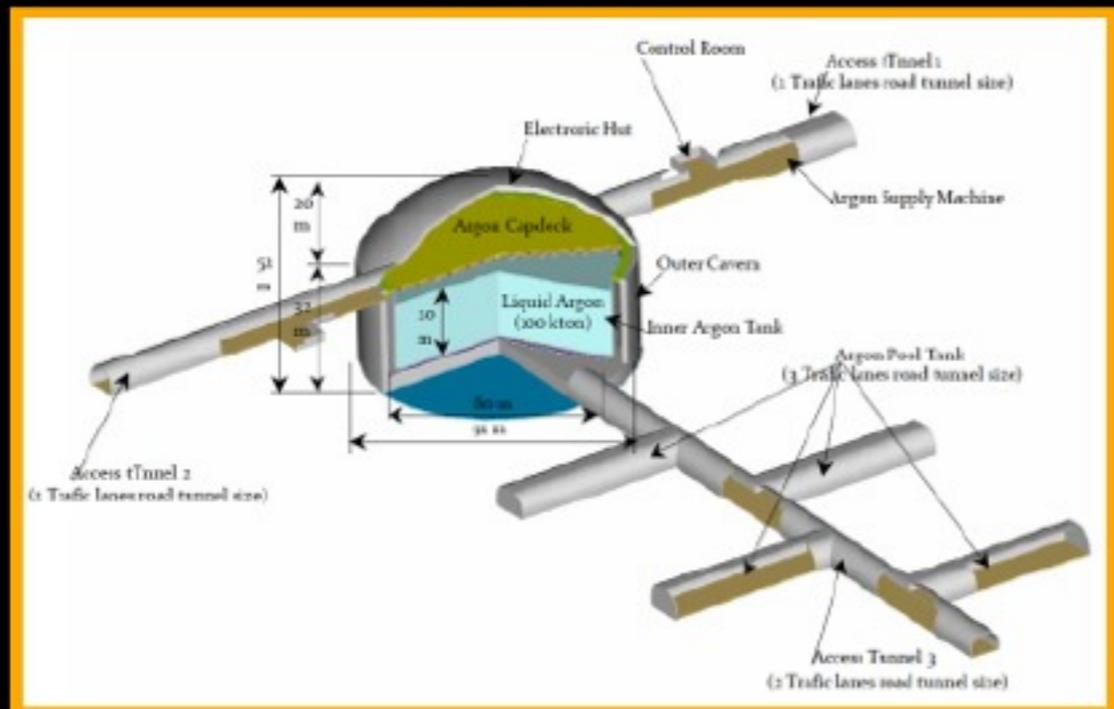
- 加速器ニュートリノ長基線実験によるニュートリノにおけるCP破れの研究
- 水チェレンコフ vs. 液体アルゴンTPC
- 国際協力（国際的動向）
- 加速器の増強（ \sim MW）
- 陽子崩壊探索に対しても十分な感度

J-PARC+HK @ 神岡 L=295km OA=2.5deg



(Sep 2011) arXiv:1109.3262

J-PARC+LAr @ 隠岐 L=658km OA=0.78deg



P32 proposal (Lar TPC R&D)
Recommended by J-PARC PAC
(Jan 2010), arXiv:0804.2111

J-PARC
w/ 1.7MW



地下素粒子実験

- 神岡と地下素粒子実験コミュニティ
- 暗黒物質探索
 - 暗黒物質素粒子：TeV物理（超対称模型等）との関連
 - 厳しい国際競争、XMASS
- ダブルベータ崩壊探索
 - マヨラナ・ニュートリノの証拠
 - ν 質量階層：縮退 \rightarrow 逆階層 \rightarrow 標準階層構造
 - 厳しい国際競争、KamLAND-Zen、CANDLES

答申後

- 将来計画委員会 発足
 - 6月に第一回会合
- “ILC戦略会議” 発足
 - consistentな LC戦略 - 既に2回会合
- 答申を7月に **European Strategy** へ提出
- **KEK**ロードマップ更新の議論が開始

宇宙の創成・進化
の謎の究明



国際リニアコライダー (ILC)



物質と力の究極像
の探究

「KEKロードマップ」

ニュートリノのCP非対称の検証

研究成果・技術開発・人材育成

小林・益川理論を超える
クォーク理論の探求

J-PARC/T2Kの増強

J-PARC



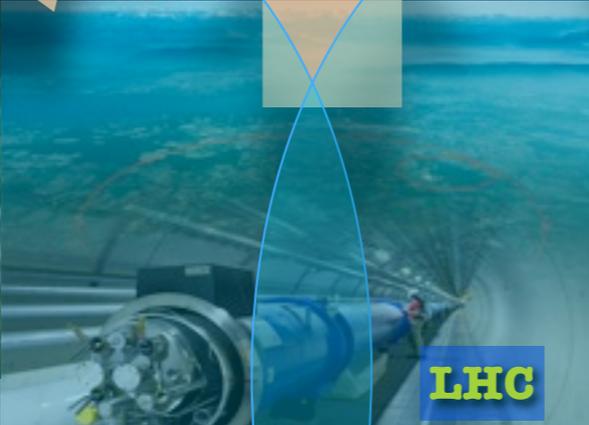
Super-KEKB

KEK-B



クォークの
CP非対称の検証

LHC



ニュートリノ
の謎の探求

「物質の源」



6つのクォークの探求

「力の源」

ヒッグス粒子「質量の源」

