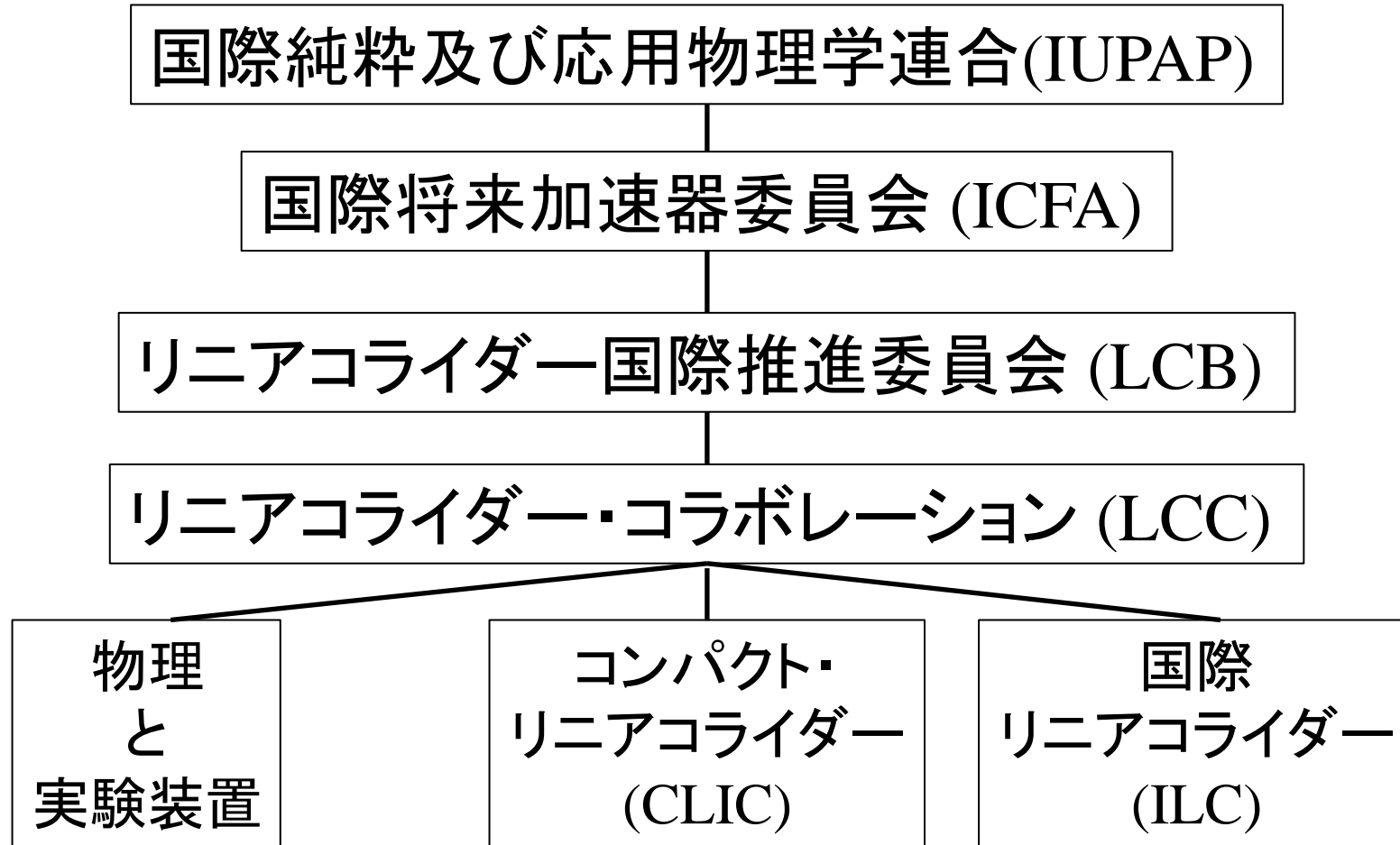


リニアコライダー国際推進委員会と
国際将来加速器委員会の
250 GeV ILCに対する見解
- 国際的な視点 -

日本学術会議
国際リニアコライダー計画の見直し案に関する検討委員
での発表
2018年8月10日

中田達也
リニアコライダー国際推進委員会議長
スイス連邦工科大学ローザンヌ校

リニアコライダーの推進組織図



線形型衝突加速器の開発実現がす粒子物理の将来に欠かせない
- 物理の進展に合わせて加速技術の進歩によりエネルギーを上げて行くことができる -
という点からそれを国際的に推進するための組織。

発表の概要

- 物理に関する点
- 組織に関する点
- 結論

物理に関する点

ヒッグス粒子発見に伴った点

- 2012年のヒッグス粒子発見から国際素粒子コミュニティーの導いた結論は
2013年欧州素粒子戦略、2014年アメリカ粒子物理プロジェクト優先順位決定パネル(P5)レポート
 - ヒッグス粒子の性質を調べることによって物理法則の核心に迫る入口を開くことができる可能性があり、
 - それにはレプトンコライダーがかかせない。

The recently discovered Higgs boson is a form of matter never before observed, and it is mysterious. ... The Higgs boson offers a unique portal into the laws of nature, and it connects several areas of particle physics. Any small deviation in its expected properties would be a major breakthrough. P5 report

There is a strong scientific case for an electron-positron collider, complementary to the LHC, that can study the properties of the Higgs boson ... European Strategy

最近の進展

- LHC13TeVでの陽子陽子衝突データで、標準モデルで予想されていない粒子は見つかっていない。
 - 新しい物理の現れるエネルギー領域は不明。
 - 新粒子が250から500GeVのエネルギー領域でのレプトンコライダーで直接に作りだされる可能性は低くなった。
 - 新物理発見の為にヒッグス粒子の性質を精密測定することによって、その標準理論予想からのずれを発見して新しい物理の手がかりを得ることが、素粒子実験物理の一番重要な課題の一つであることが確認された。
 - 精密測定のためのヒッグスファクトリー建設が必要。

どんなヒッグスファクトリーか

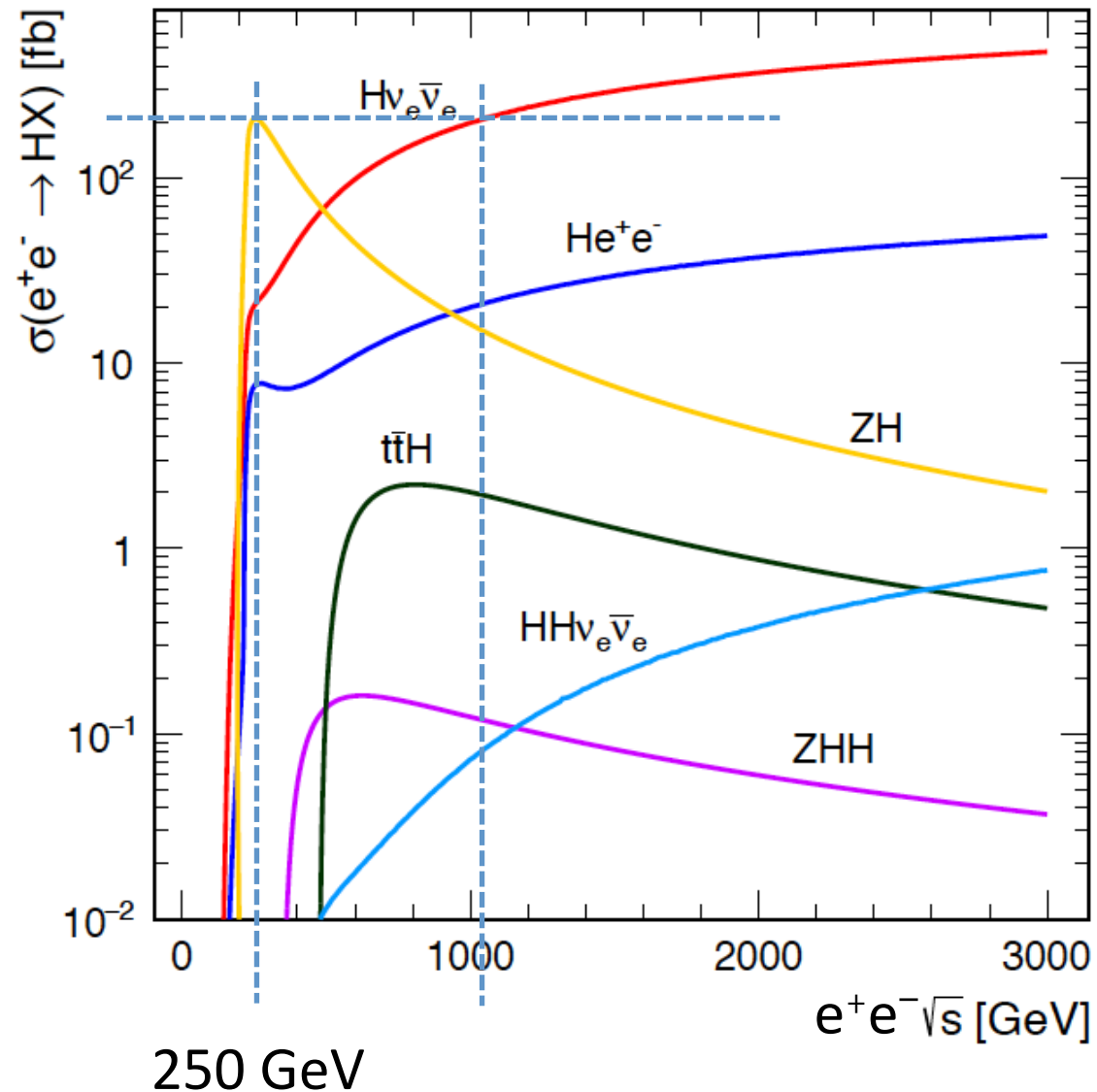
- ヒッグスファクトリーのアイデアは円形電子陽電子衝突加型速器、円形ミュー中間子衝突型加速器、光子光子衝突型加速器等々、色々ある。
- その中では超伝導加速技術に基づく250GeVの線形電子陽電子衝突型加速器(ILC250)が、現在の段階で技術面、設計面で最も進歩した段階にあり、すぐにも建設開始が可能な状況である。

その結論に達した理由は

- 電子陽電子衝突で**ヒッグス粒子の製造断面積**を1TeV以下の衝突エネルギー領域を見ると、**250GeVでそれが最高となる。** 参照: 藤井氏の発表
- 過去20年に渡るILC500GeVに向けての、研究開発と設計に対する**日本も含めた国際的な努力の結果。**(ILC TDR) 参照: 道園氏の発表
- ドイツでの超電導加速を使った**欧州X線自由電子レーザー加速器(欧州XFEL)の成功。** 参照: 道園氏の発表
- ILC250では**HL-LHCでは測定できないヒッグス粒子の性質まで解り、両者の結果を組み合わせることによってHL-LHCでは直接生成されることのない新粒子の可能性まで探れることが、理論的に示される。** 参照: 藤井氏の発表
- 線形加速器では、加速器の延長や加速技術の進歩を使って、**将来の物理の結果によって決まるエネルギーアップグレードが可能である。**

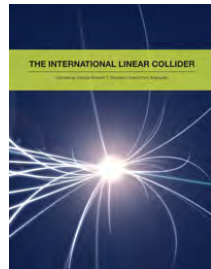
ヒッグス粒子の生成断面積

参照: 藤井氏の発表



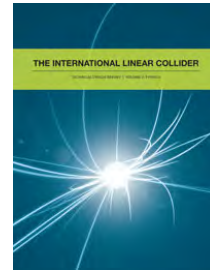
国際リニアコライダー 技術設計報告書(TDR)

Volume 1 - Executive Summary



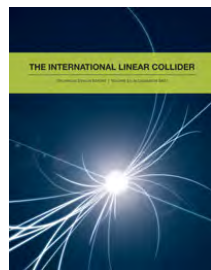
[Download the pdf](#)
(9.5 MB)

Volume 2 - Physics



[Download the pdf](#) (9.5 MB)

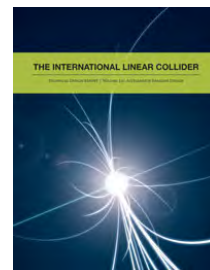
Volume 3 - Accelerator



**Part I:
R&D in the
Technical Design
Phase**

[Download the pdf](#)
(91 MB)

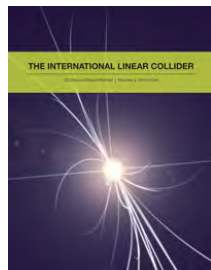
Volume 3 - Accelerator



**Part II:
Baseline Design**

[Download the pdf](#) (72 MB)

Volume 4 - Detectors



[Download the pdf](#)
(66 MB)

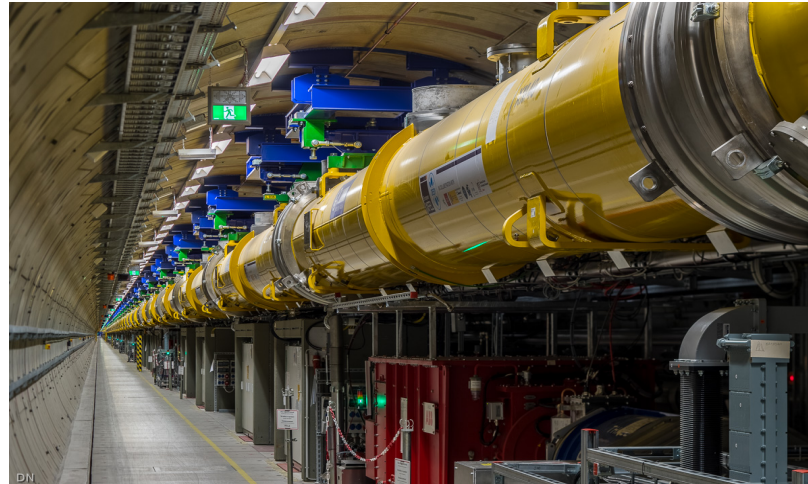
From Design to Reality



[Download the pdf](#) (5.5 MB)
[Visit the web site](#)

参照: 道園氏の発表

欧州XFELで使われている加速に関する重要部品数は ILC250で必要な数の10%程である。

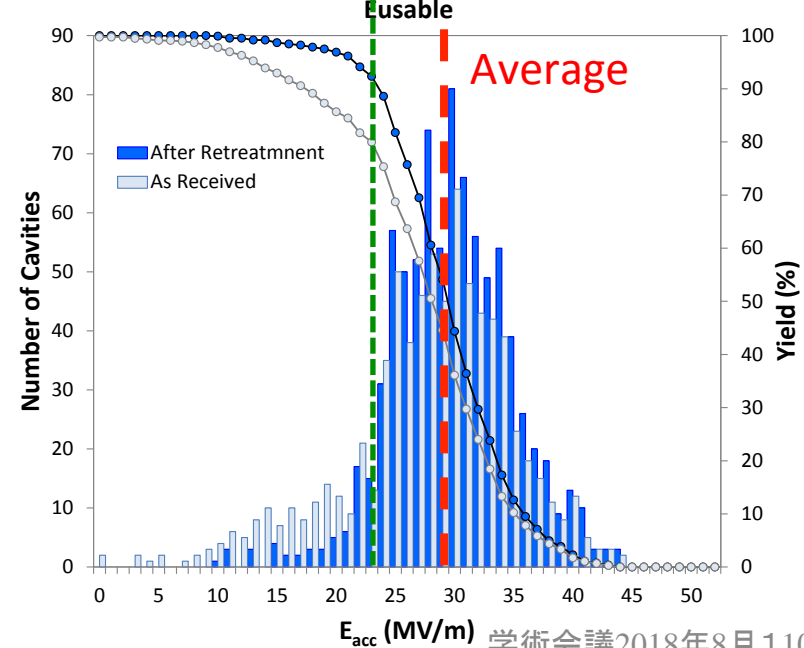


参照: 道園氏の発表

Above XFEL specification

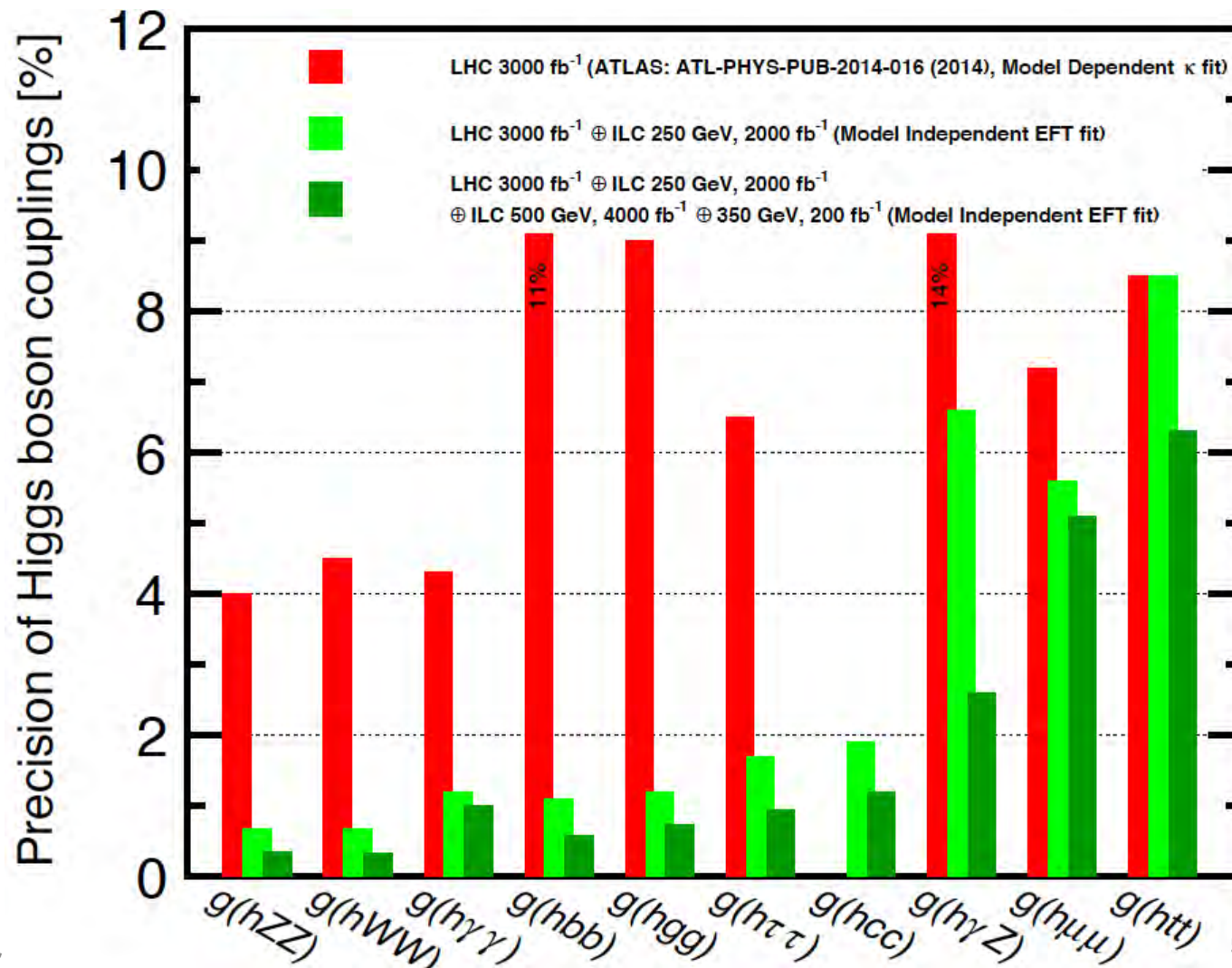
	XFEL	ILC250
Nr of cryomodules	100	~900
Nr of cavities	800	~8500
Nr of Klystrons/ Modulators/LLRF	26	~300

SC cavity performance after treatment



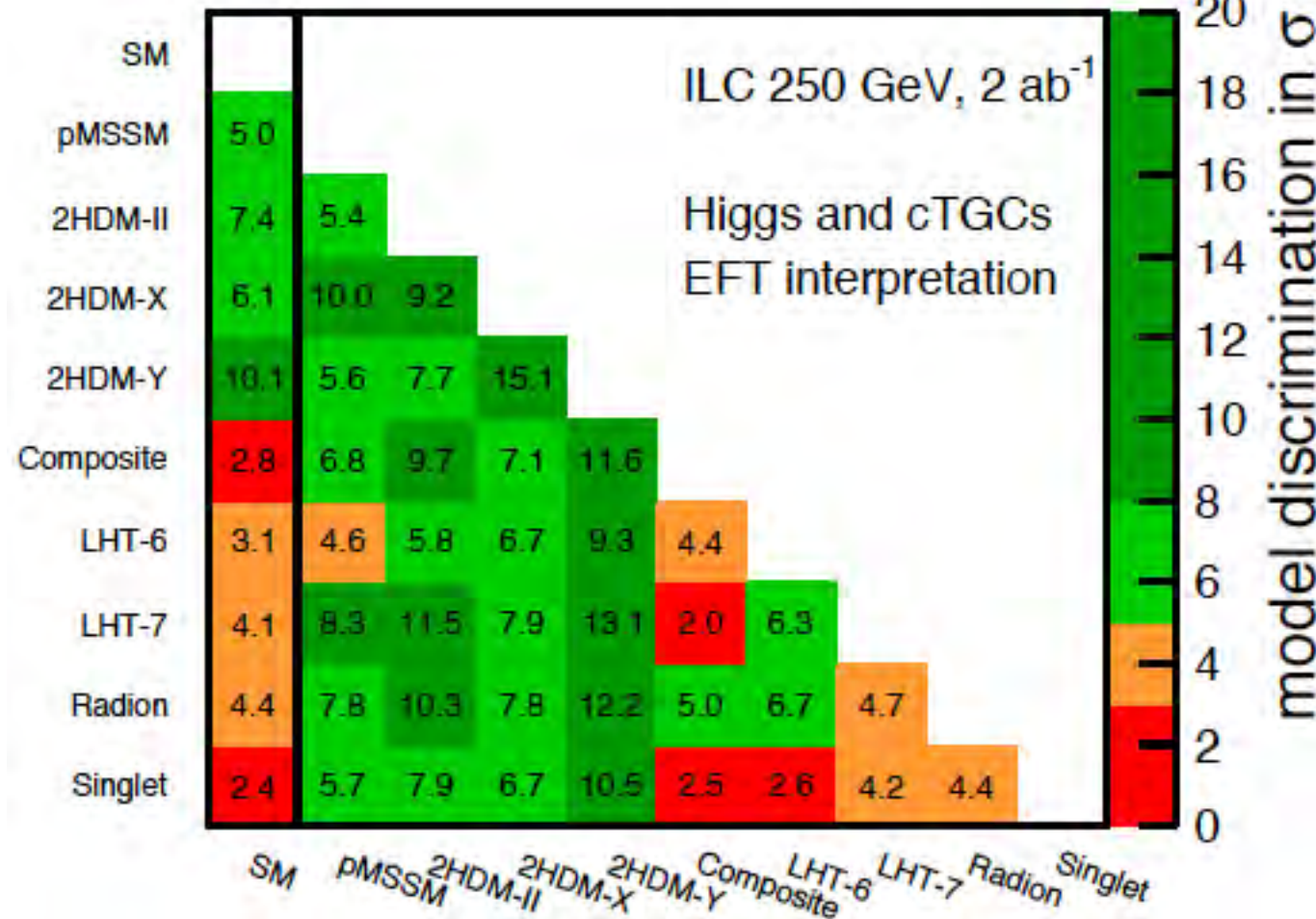
最新の理論を使って得られた、予想されているHL-LHCの結果にILC250の結果を合わせたことによりヒッグス結合定数の計測精度がさらに改善。

参照：藤井氏の発表



もしヒッグスの結合定数に標準理論からのズレがみられた場合には、ズレのパターンからその背後にある新物理の正体まで解明できる。

参照: 藤井氏の発表



新物理の区別の例。HL-LHCで新粒子が発見できないケースのみを考慮。

これらを基に LCBは

- 高エネルギー物理学研究者会議(JAHEP)が2017年7月に出した声明

...、LHCRunII のこれまでの結果を踏まえて科学的な重要性を考慮すると、高エネルギー物理学研究者会議は、ILC を、重心系250GeV のヒッグスファクトリーとして、早期に建設することを提案する。

を強く支持。

組織に関する点

過去のコライダー建設

- **高エネルギー物理は過去に様々な加速器を建設。**
最近の最高エネルギー衝突型加速器の例を挙げると
 - アメリカ
 - Tevatron FNAL国内計画 (1987-2011)
 - SLC SLAC国内計画 (1989-1998)
 - 欧州
 - LEP CERN機構計画 (1989-2000) のちLHCへ
 - HREA DESY国内計画として開始 (1992-2007)
後から建設費の～22%国際参加(事実上現物出資)
 - LHC CERN機構計画として開始 (2009-????)
後から建設費の～11%国際参加(事実上現物出資)
 - 日本
 - Tristan KEK国内計画 (1987-1995) のちKEKB→SuperKEKBへ

(実験データを取っていた期間)

それらの経験から割り出したこと

- 加速器の建設費が上昇すると共に、建設計画は国際化し、現物出資の形で多国からの大きな協力を得ることが必要になってくる。
- しかし加速器建設にその現物出資を効率良くかつ有効に使う為には、ホスト機関、ホスト国が技術、組織面において主導的な立場を取る必要がある。

LCBの考え

- 建設計画における責任や資金の分担は参加国政府間の交渉で決めるものではあるが、建設を効率良く進める為には
「土木やインフラの建設はホスト国が責任を持ち、加速器建設については適切に参加国あるいは地域の間で分担する。」2014年7月バルセロナでのLCB会議を出発点にするのが妥当ではないかと考える。

日本に対する外国からの期待

- アメリカはFNALによるニュートリノLBNE、欧州はCERNによるLHCを中核とする素粒子研究計画を進める一方、日本によるILCの立ち上げを期待し、そこへの参加を考えている。
 - 欧州素粒子物理戦略2013年では「*欧州は参加可能性の議論を進める為に日本からの提案を期待している。*」
 - アメリカP5レポート2014年では「*もしこの魅力的な計画が日本で実行される場合には、ILC実験においては国際的主導的な立場に立ち、加速建設には重要な知識及び部品の供給をする。*」

これらの検討から出したLCBの結論

- 「...、リニアコライダー国際推進委員会(LCB)は、250GeVのILCを日本に建設するというJAHEPの提案を強く支持し、時宜を得た決定に向け、日本政府が当該提案を本格的に検討していただけるよう推奨します。」 KEK訳
- 「これらの原則に基づいて、加速器をホストすることが明確に意思表示されれば、日本と国際的なパートナーとの交渉が開始されることになるでしょう。また、他国の関係者も、可能な貢献について、自国政府と有意義な議論を開始することも可能になります。」 KEK訳

2017年11月オタワでのLCB会議

日本からのメッセージのタイミング

- 素粒子戦略、P5レポートなどから分かるように、欧州、アメリカ等の国々は、**ILC誘致に対する日本の意志表明を期待している。**
- 欧州では2020年の5月に向けての**素粒子戦略アップデートの議論が2019年に始まる。**
- 欧州素粒子戦略は**欧州を超えた国々の素粒子戦略にも非常な影響力がある。**
- ILCが素粒子戦略アップデートの議論対象となる**為には、今年の終わりまでに日本がILC誘致をしたいという意志表明をすることが不可欠である。**

結論

最後に

- ICFAはLCBCの答申を受けて、次のような宣言をした。

「ICFAは、今回の委員会で示された、リニアコライダー計画推進委員会(LCB)の報告書の結論を支持しており、日本が、日本のイニシアチブによる国際プロジェクトとして、重心系エネルギー250GeVの「ヒッグス・ファクトリー」のILCを、時宜を得て実現することを強く奨励します。」 KEK 訳

2017年11月オタワでのICFA会議

- 世界の素粒子物理学者は日本からの時を得た知らせを期待している。