



解析技術 + ILC懇談会

+ILC懇談会

物理成果の最大化

実験横断的な解析
実験の間のシナジー

既存技術の応用

超伝導加速技術
測定器応用

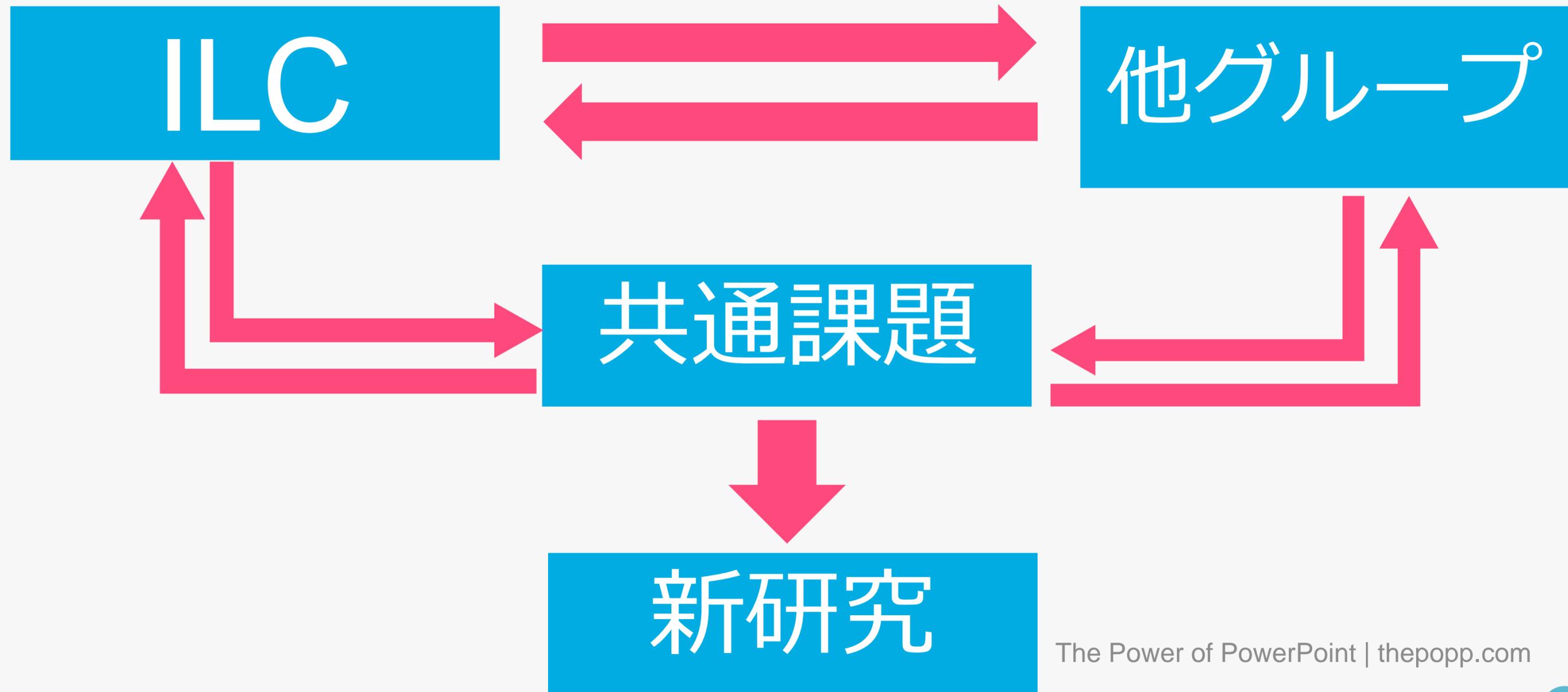
技術の共同開発、ノウハウの共有

測定器開発
解析技術

ILC施設の利用

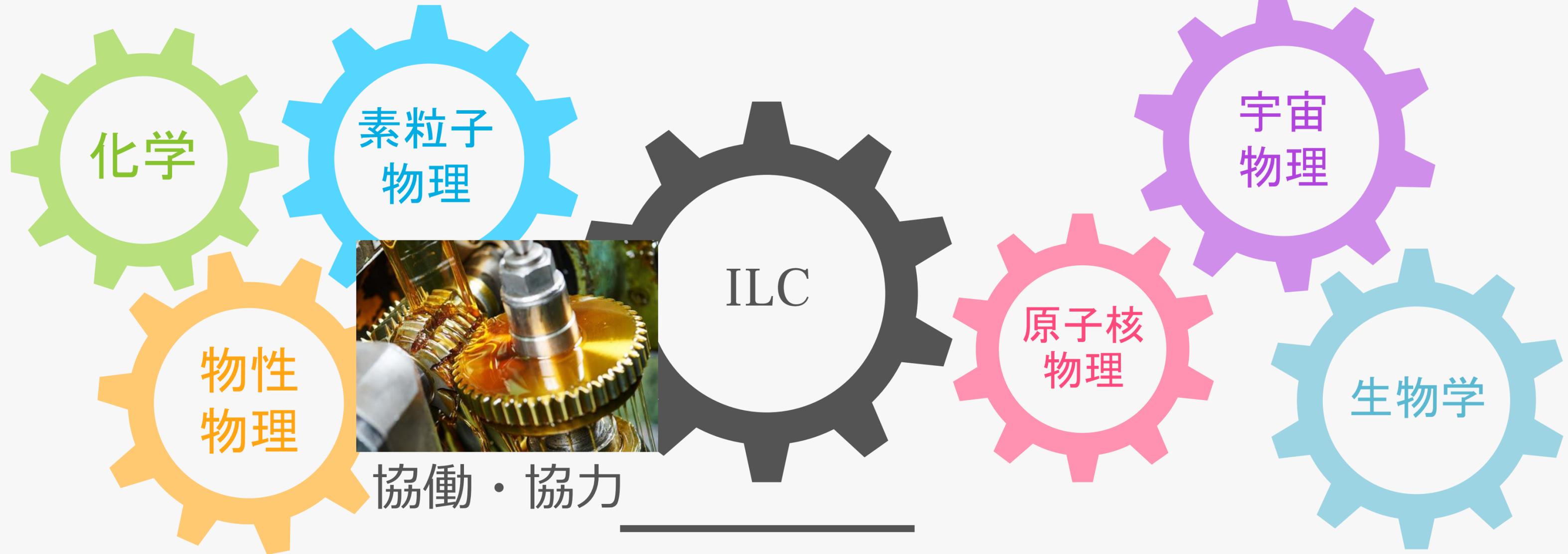
放射光利用
中性子源
ビームダンプ

+ILC 懇談会が目指すもの



Science Gears

協働と協力は潤滑油



全ての歯車が滑らかに動くことが条件

解析技術 +ILC懇談会

+ILC懇談会は、物理研究の共存
共栄を考える場

HEARTO!

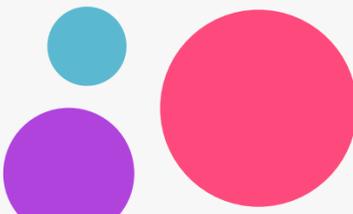


解析技術 + ILC懇談会：第二回勉強会

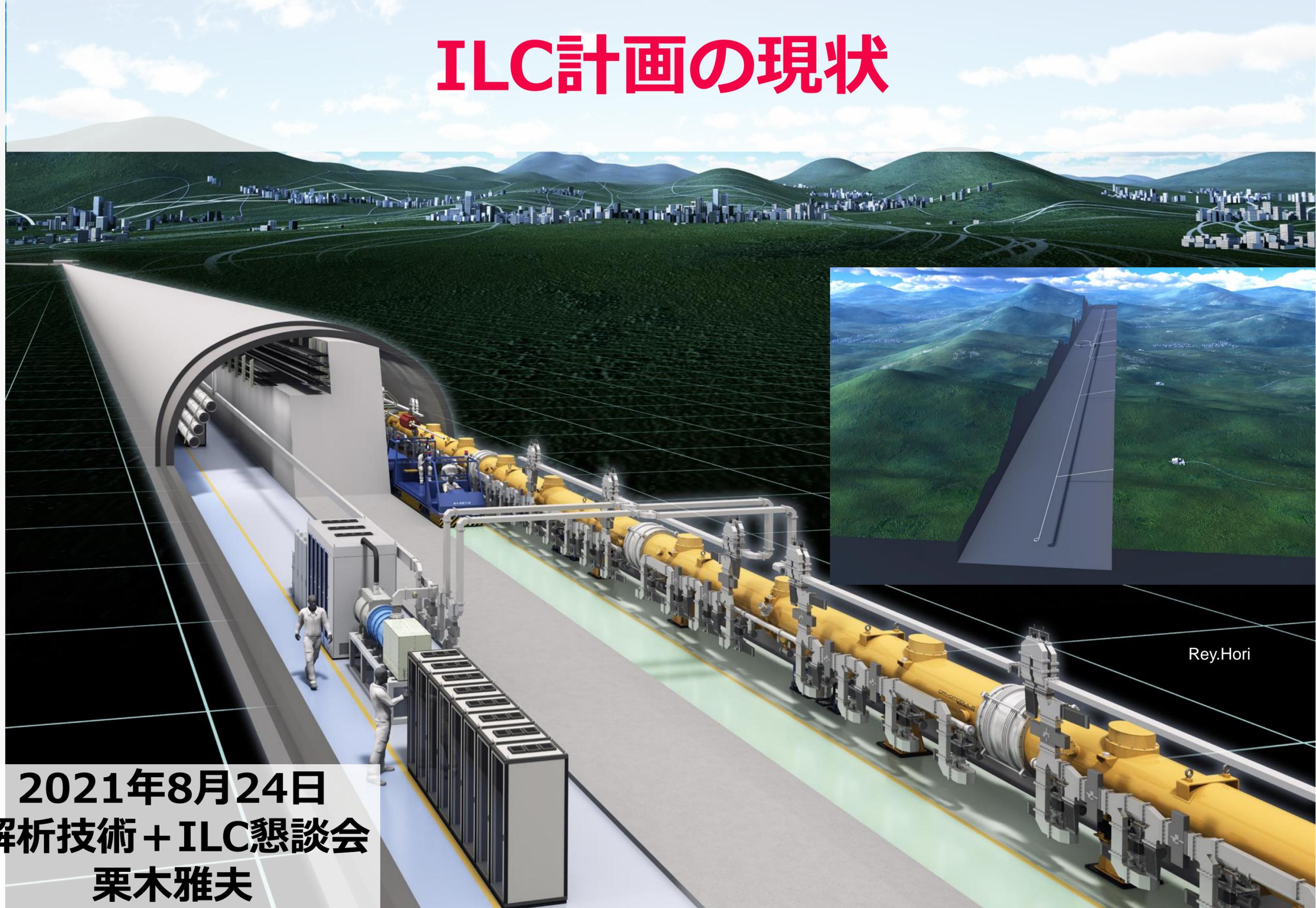
本懇談会は、実験横断的な解析技術の勉強会として開催します。

Indico site (公開)

<https://agenda.linearcollider.org/event/9366/>



ILC計画の現状



2021年8月24日
解析技術 + ILC懇談会
栗木雅夫

国際リニアコライダー計画

International Linear Collider (ILC)

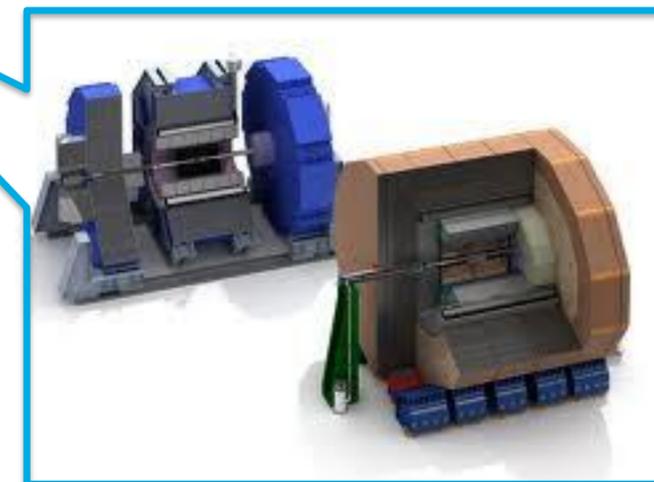


全長20km、地下100m
のトンネル内に電子と陽
電子を加速・衝突させる
最先端装置群

電子・陽電子を超高速で衝突させ、
ビッグバン直後の宇宙を再現！

陽電子

電子



電子と陽電子の衝突点に
設置される素粒子反応の
「目」となる測定器

ILC計画の概要：

ヒッグス粒子の詳細研究と暗黒物質等の未知の粒子の探索を通して、宇宙のしくみを記述する究極の物理法則の解明をめざす

北上山地が世界唯一の候補地

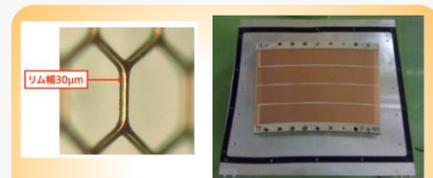


日本は有力な建設候補地。世界中の研究者が協力して建設を目指している。実現すれば世界中の研究者が集まる**国際研究都市**に

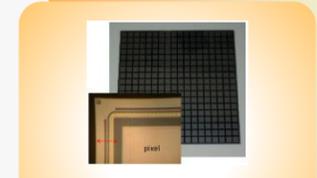
国際リニアコライダー (ILC) の科学的意義



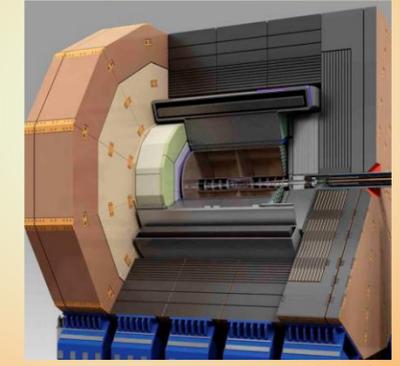
大型測定器は最先端検出器技術のかたまり



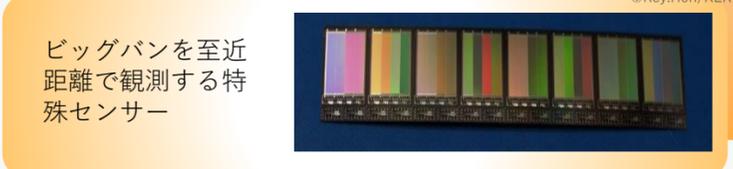
電子やイオンの動きを微細加工技術でコントロール



粒子のエネルギーを視覚化するセンサー

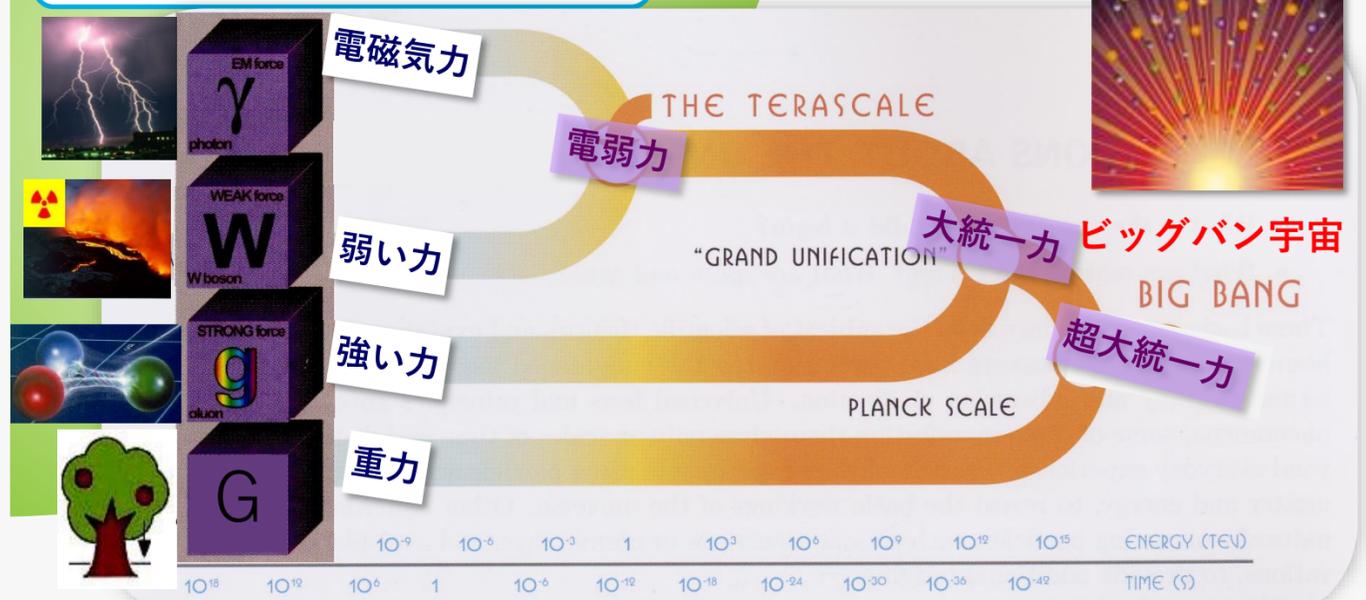


©Rey.Hori/KEK

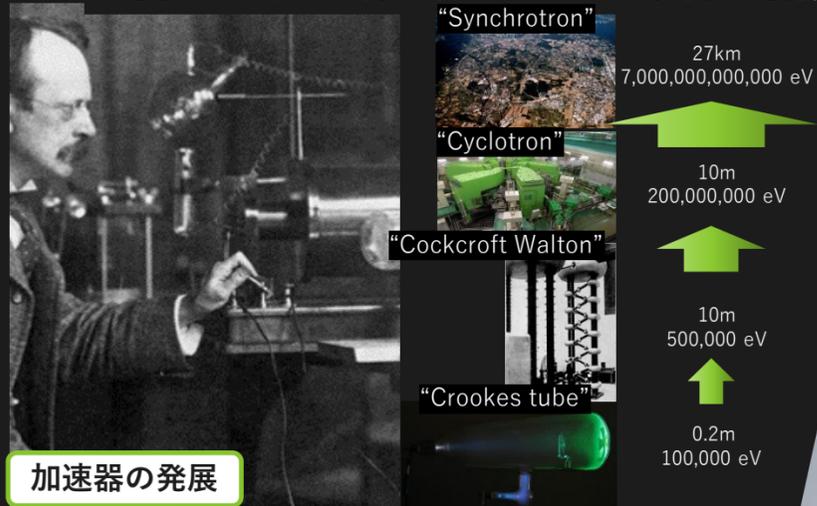


ビッグバンを至近距離で観測する特殊センサー

技術革新を創出



J. J. トムソンが「電子」を発見してからおよそ120年。
 加速器の大きさは14万倍に、エネルギーは7千万倍に進化。



社会を支える加速器

コライダー
 ビッグバンをつくる
 すべてのエネルギーがビッグバンに

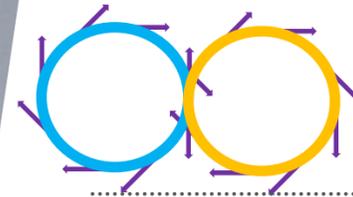
125 GeV + 125 GeV (ILC1台)

ビッグバンを作り出すコライダー

固定標的
 一部のエネルギーがビッグバンに

62,500,000 GeV (ILC250,000台)

リングコライダー



- 陽子の加速に最適
- 電子加速は大きなエネルギー損失
- エネルギーを上げるためには、円を大きくしないといけない

リニアコライダー



- 電子の加速（高エネルギー）に最適
- エネルギー損失が無い
- エネルギー拡張が可能

加速器延伸、新しい加速技術の導入により高いエネルギーに拡張可能

21世紀のエコなコライダー、リニアコライダー



エコで強力加速、超伝導加速技術



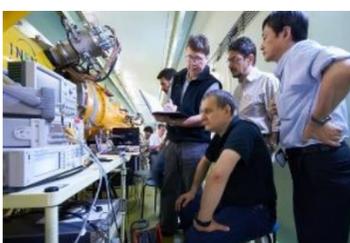
線形加速器での加速は一度きり。やり投げのように、高いエネルギーまで一気に加速。
 (1メートルあたり30MVの電圧で加速)

超伝導加速器

電気抵抗の無い超伝導でエコな加速器。



世界協力で開発



日欧米協力で超伝導加速技術を開発。
 (KEKのSTF加速器での実験の様子)



極小ナノビーム技術

極限まで絞る。正確に当てる。
 (→縦7nm×横700nm)

ナノビーム

ナノメートルの大きさに絞ったビームを正確に当てる。求められる精度はまさに名人級。



最新の非線形光学により色収差を消す。

色収差補正



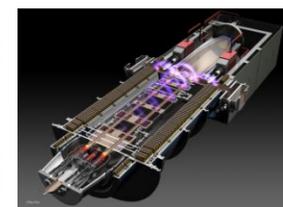
KEKのATF2加速器で、ILCの目標をほぼ達成。



最新技術の結晶、ILC加速器



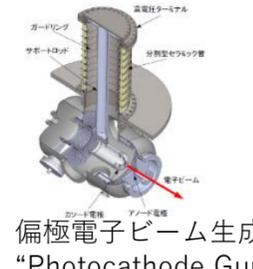
2K超流動ヘリウム冷凍容器“Cryomodule”



大パワー高周波“Multi-Beam Klystron”



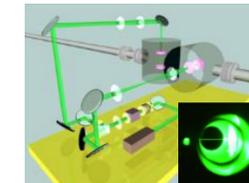
瞬時に高電圧を供給“Marx Modulator”



偏極電子ビーム生成“Photocathode Gun”

ILC加速器は最新技術の結晶

ビーム位置の微調整“Nanometer Feedback System”



極小ビームを計測“Laserwire Beamsizer Monitor”

日本の研究者の意向（高エネルギー委員会(森委員長)の欧州戦略へのインプット等)

日本の高エネルギー物理研究者は

- 電子・陽電子コライダー：ILCのホスト
- 陽子・陽子コライダー：FCCの技術開発

米国の研究者・政府の意向

米国政府（エネルギー省・国務省）は

- 電子・陽電子コライダー：ILCを強く支持し分担貢献する
- 陽子・陽子コライダー：FCCの技術開発に協力する（エネルギー省科学局長スピーチ等）

米国の研究者は

- 想定されるいずれの予算状況においてもILCに参加（2014年P5報告）

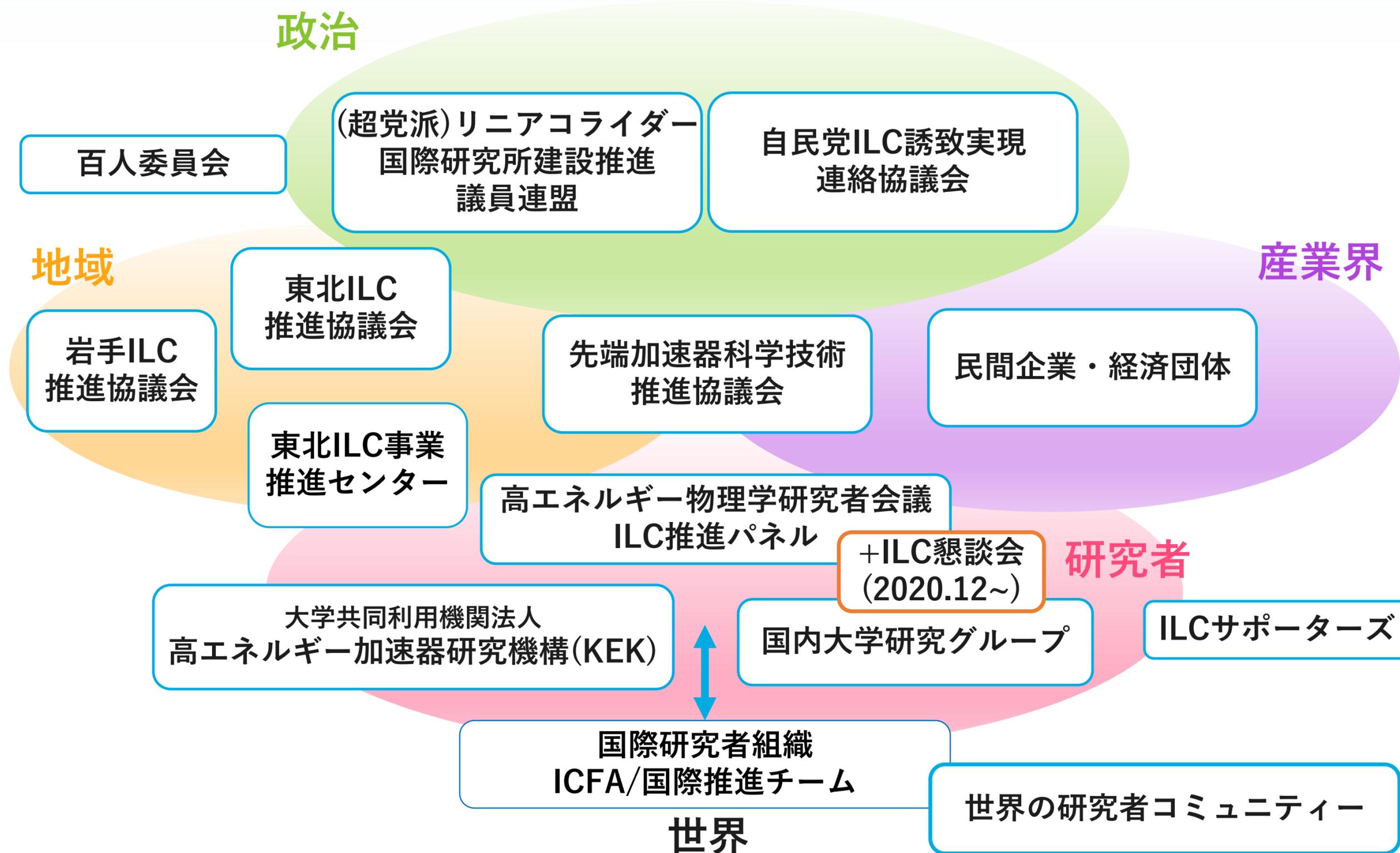
欧州素粒子物理戦略2020

欧州研究者コミュニティー・CERNは

- 最優先コライダーは電子・陽電子コライダー(ヒッグスファクトリー)
- 電子・陽電子コライダー：FCC_{ee}かILC。ILCはタイムリーな実現が条件
- 陽子・陽子コライダー：FCCの技術開発・実施可能性検討を開始

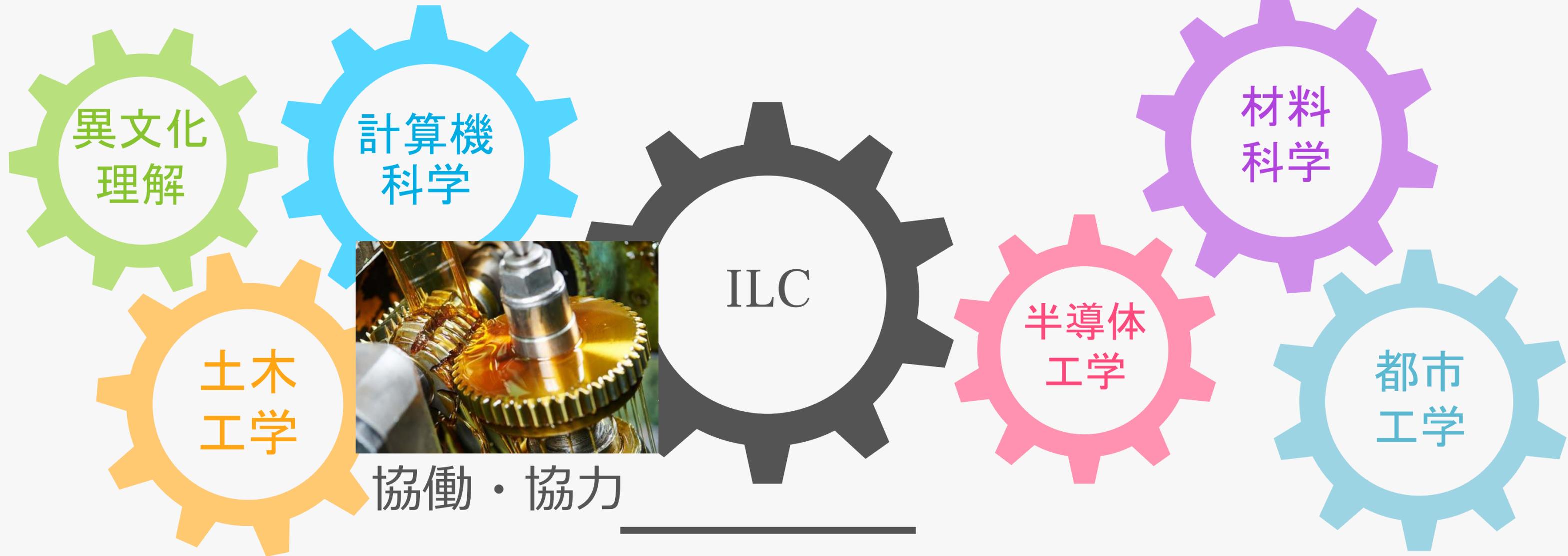
日・米・欧においてILC実現に向けた意向が明確になった

日本国内の推進体制 (2020年12月時点)



Science Gears

協働と協力は潤滑油



全ての歯車が滑らかに動くことが条件

まとめ

- 最高エネルギー電子陽電子線形加速器ILCの国際協力による実現をめざしている。
- ILC計画は実現に向け大きく動き出している
 - 日・米・欧を中心とする国際プロジェクトとして、ILC実現のステップとタイムスケールが明確になった
 - 国際推進チーム IDTによる、国際準備機構「**ILC準備研究所（4年間）**」設立を目指す(1~1年半)。2021/6/1 ILC準備研究所設立提案書を公開。
 - 現地における実務的準備を推進する新組織「**東北ILC事業推進センター**」設置 (2020年8月)
 - 国内の高エネルギー物理学コミュニティを主導してILC計画を推進するための**ILC推進パネル**設置 (2020年10月): **ILC懇談会**設置(2020年12月)
- ILC懇談会は、多くの分野(学問、技術)の共存共栄、相互理解、協働による学問と技術の新展開のための活動。

実験グループ形成のタイムライン*

*IDTで検討中の案

- T_0 =ILC準備研究所開始
ILC委員会(ILCC) 設置
- $T_0+0.5$ 年
Expression of Interest (EoI) 募集
 - ILCで実施可能なさまざまな実験アイデアを募集
- $T_0+1.5$ 年
Letters of Intent (LoI) 募集
 - 応募LoIの中から次の選定ステップに進むプロジェクト候補をILCCが選択
- ILC研究所設立(T_0+4 年)直前
Technical Proposal/Technical Design Report 募集
 - 最終採択はILC研究所が決定、測定器建設開始へ

ILC Tutorial を実施

- Fast simulation による解析: **誰でも参加可能**
- Full simulationによる解析: **ILD guest account** へ申請

ILCプロジェクトの4段階

KEKより公表（2020年6月）

2020年8月

ICFAの下で国際推進チーム発足

第1段階 国際推進チーム（1-1.5年）

2020/6/1
ILC準備研究所の
設立提案書を公開

世界の研究所間でILC準備研究所設立、KEKがホスト

第2段階 ILC準備研究所（4年程度）政府間合意

政府間合意によりILC研究所設立

第3段階 ILC研究所による建設（10年程度）

第4段階 ILC研究所による運用（20年以上）

国際的な議論により、ILC実現への道筋が明確になった

現代（日本）の巨大科学の宿命

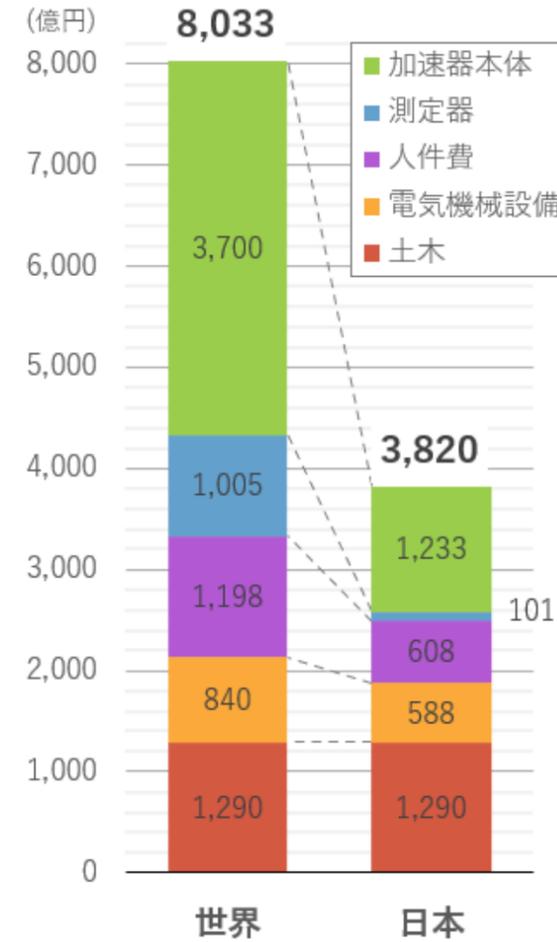
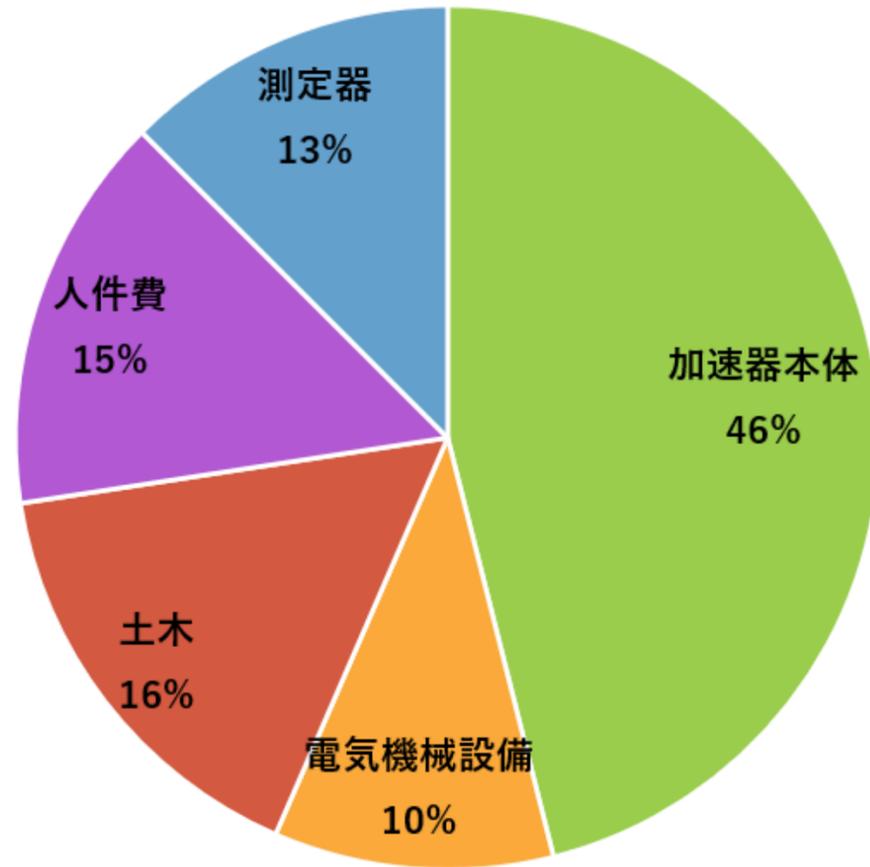
- 科学技術予算・財政の逼迫
 - 科学的意義に対する社会的理解
 - 通常学術予算以外からの予算措置・財源（科学研究だけではない価値）
- 大型国際計画: **日本・アジア初の国際大型科学技術拠点**
 - 国際分担、海外政府との議論・交渉

■ 必須事項：

1. 世界の研究者組織の総意形成
2. 社会・地域の理解
3. 政策的な理解（国会・政府）
4. 政策横断：財政規律と科学技術予算拡充の両立

建設予算の国際分担 (基本モデルの例)

世界総計
約8,000億円



日本分担
3,500~4,000億円

