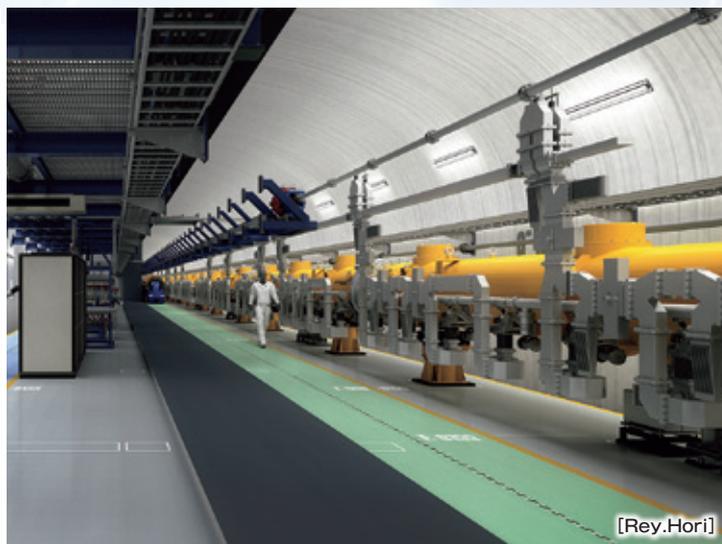


# 先端加速器 (ILC) 技術の社会への貢献 — 日本の未来の牽引力・稼ぐ力の創出 —



上空から見た北上山地

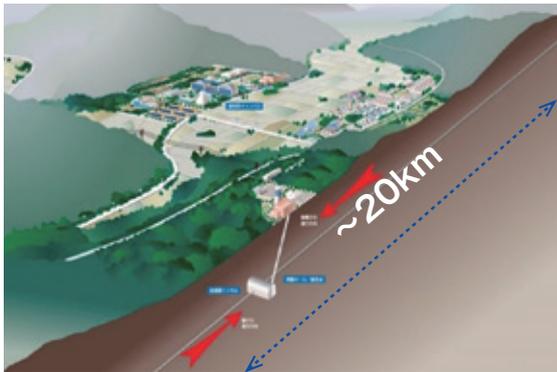


地下トンネルに設置する超電導加速器

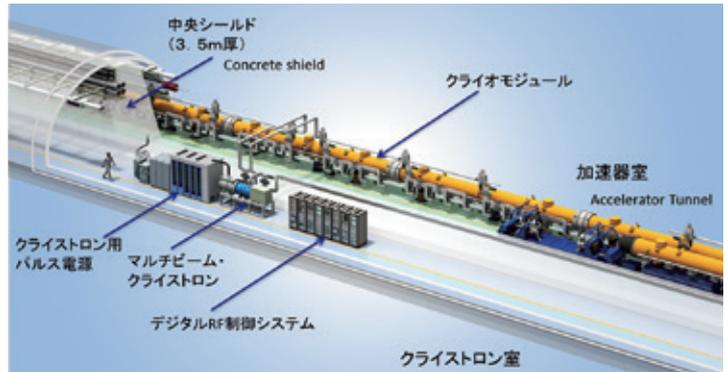
2025年1月

# 国際リニアコライダー (ILC) とは

ILC：地下100m、全長約20kmのトンネルの両端から電子と陽電子を入射し、超伝導加速技術によって光速に近い速度まで加速して正面衝突させ、ビッグバン状態を再現して『素粒子と宇宙の謎』を解明する

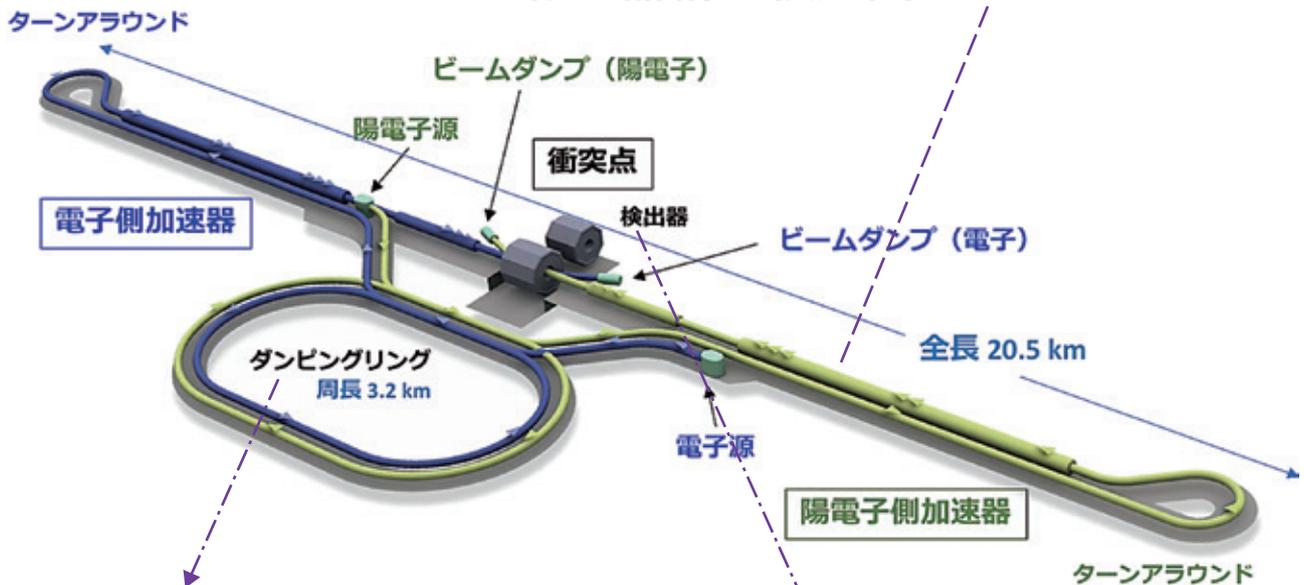


建設候補地：北上山地

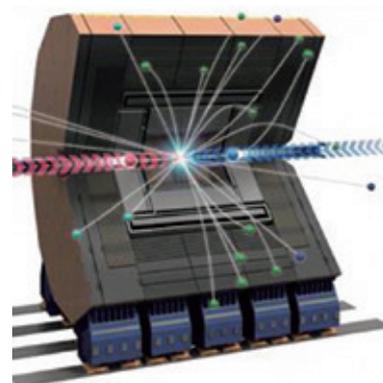


トンネル内装置

## ILCの加速器構成模式図



ダンピングリング：  
電子束、陽電子束の初期加速と方向を揃える  
1束中の数百億個の電子や陽電子の方向を  
レーザーの1万倍の指向性を持つようにする



ミニ・ミニ・・・ミニビッグバン

# 国家プロジェクトとしてILC実現を

## 先端加速器（ILC）技術の社会への貢献

— 日本の未来の牽引力・稼ぐ力の創出 —

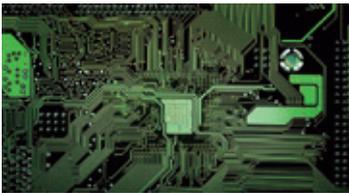
◇ 持続的な「成長型経済」の実現

◇ 経済安全保障：先端的な重要技術の優位性の確保と技術・人材流出から流入へ

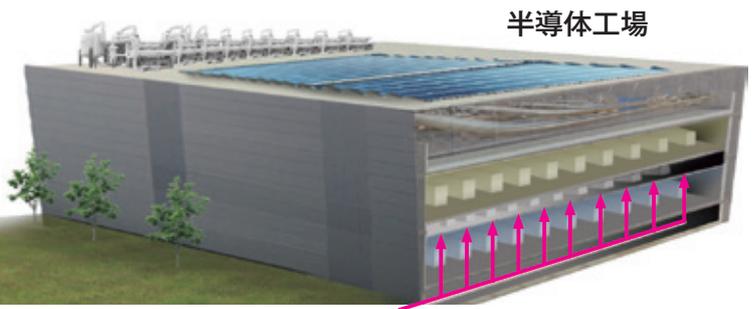
### 1 現代社会を支える最重要技術の優位性の確保

#### 超微細・高機能半導体製造

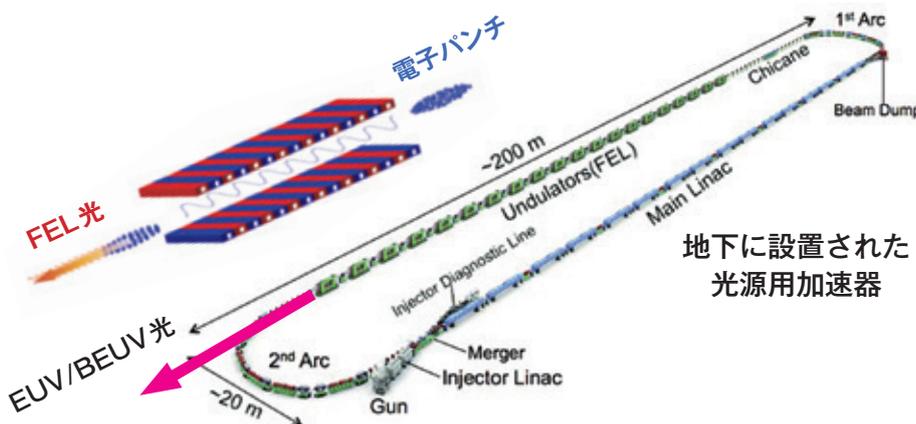
- ILCの大強度・高詳細ビーム技術により実現される短波長自由電子レーザーを用いて、超微細・高性能半導体露光装置に必要な光（EUV光、BEUV光）を半導体工場に供給。
  - 固体、液体レーザーと違い、**加速器による自由電子レーザー**には理論的限界がない。  
**将来にわたり半導体露光装置の基盤技術**となる。
  - EUV光：波長13.5ナノメートル。次世代光源。
  - BEVU光：波長 6.7 ナノメートル。次々世代光源。
- （参考）原子の大きさ0.1ナノメートル



超微細半導体（イメージ）  
([geomatec.co.jp](http://geomatec.co.jp))



半導体工場



地下に設置された  
光源用加速器

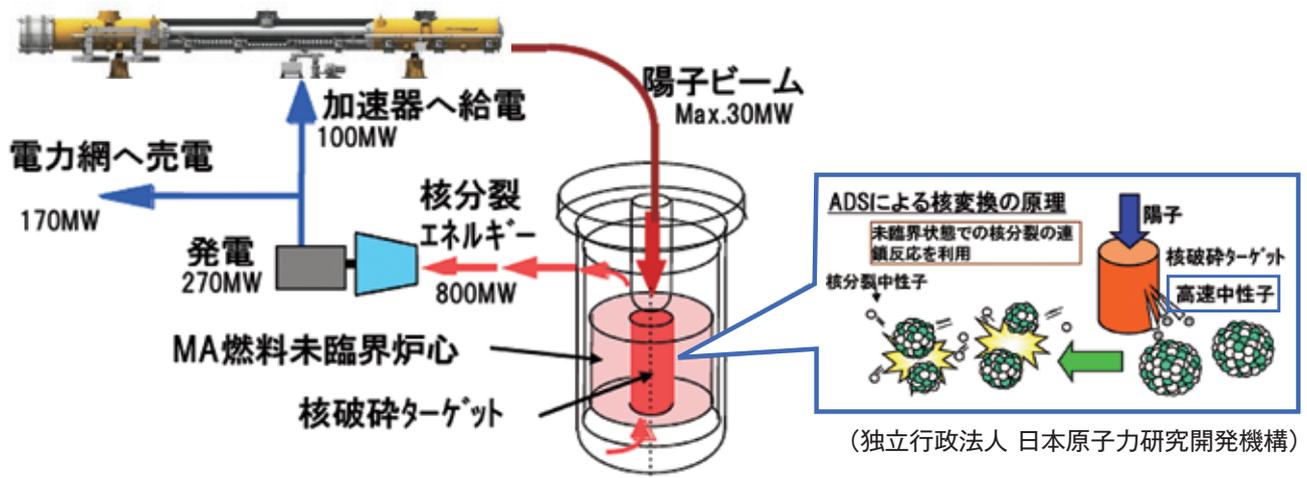
半導体露光装置に  
光を供給

河田洋氏：  
超伝導KEK加速器利用推進チーム

## 2 現代社会が直面するエネルギー課題の解決

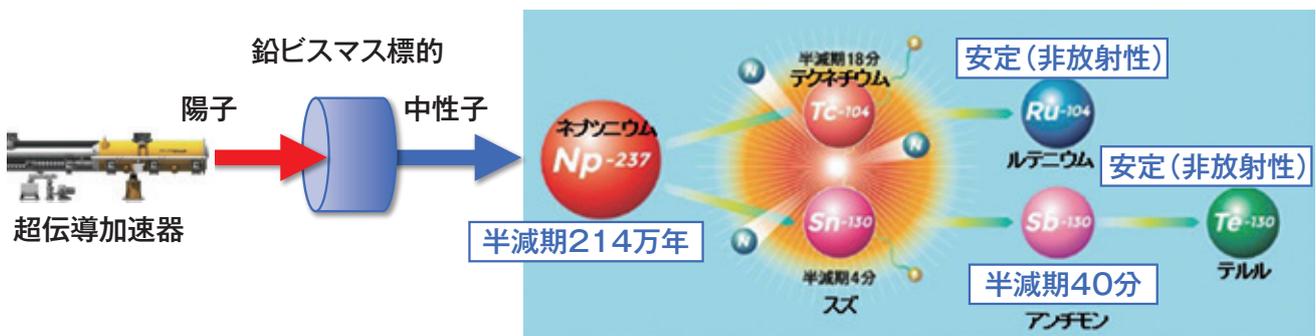
### ① 加速器駆動未臨界原子炉の実現

- 超伝導加速器で加速した粒子により駆動させる原子炉。
- 加速器を停止させれば炉も停止。安全性が極めて高い。
- 大電流を効率的、かつ安定して加速できる ILC の超伝導加速器により初めて実現。



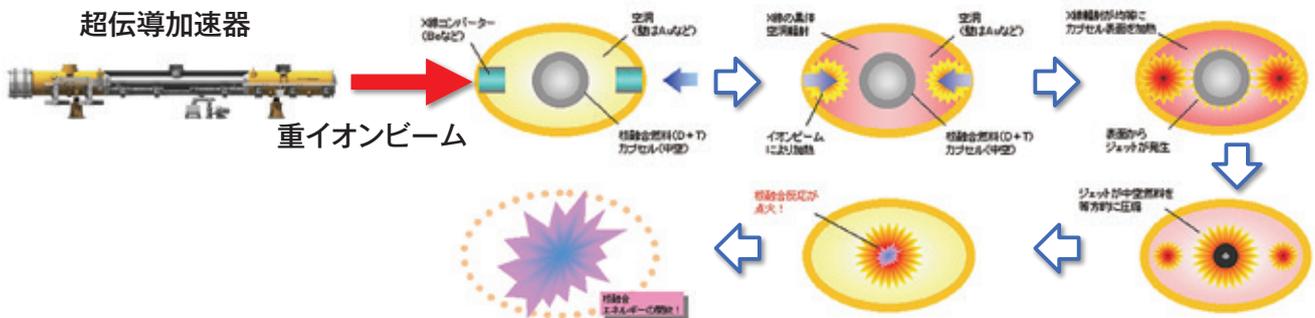
### ② 核廃棄物消滅処理

- 加速器駆動原子炉からの中性子を利用すると、原子核反応により、核廃棄物に含まれるやっかいな長寿命核を短寿命核に変換できる。
- 核廃棄物の数万年にわたる地層処分が必要な現状技術にくらべて、**管理時間を数百年、1/200に短縮。**



### ③重イオン核融合発電炉の実現

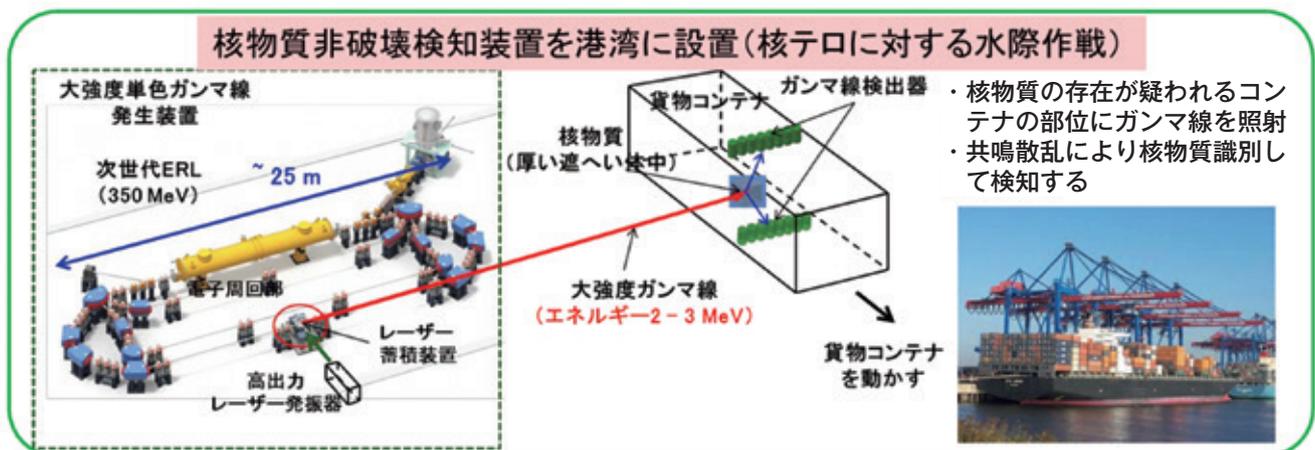
- 重水素および三重水素で出来た燃料小球を重イオンビームで加熱し、核融合反応を点火。
- ILCの高効率大強度超伝導加速器により実現。



## 3 社会基盤・国土強靱化、危険物・核輸出入検査

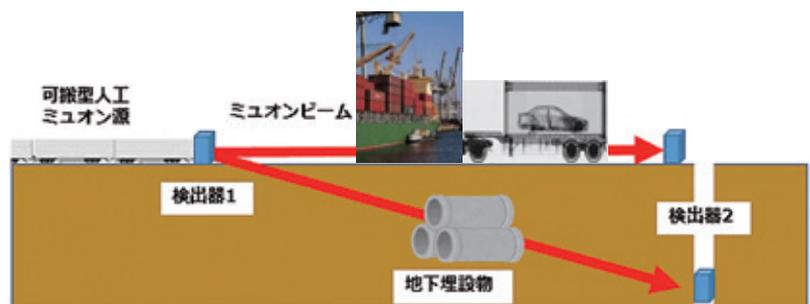
### ①核物質の非破壊検知・測定システム

河田洋氏：  
超伝導KEK加速器利用推進チーム



### ②ミュオンによる危険物、地中埋設物探知

- 加速器で人工的に生成したミュオンで、地下埋設物やコンテナ中に秘匿された危険物を探知。
- ILC加速器技術で可搬型ミュオン源が実現。



### ③ 道路橋梁老朽化 非破壊検査

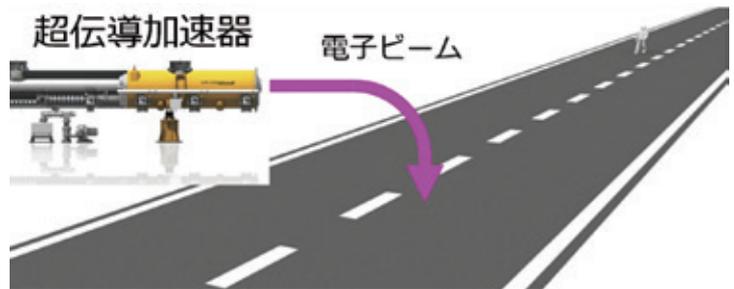
- 電子ビームで透過力の高いミュオン、中性子などのビームを生成し、道路、橋梁などの大型構造物内部の非破壊検査を実施。
- 危険な施設を優先的に更新することで、コストを押さえつつ安全性を確保。

検査システム  
(イメージ)



### ④ アスファルト高耐久化

- 超伝導加速器からの電子ビームをアスファルトに照射するだけで、架橋反応が進行し、アスファルトの耐久性が大幅に向上。メンテナンス費用大幅に節約。



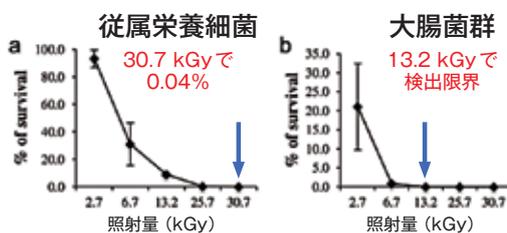
## 4 環境課題の解決

### 電子線照射による殺菌・環境改善

- 電子線を汚染物質に照射し、ダイオキシンや酸性雨の原因である窒素・硫黄酸化物、ウィルスや病原菌を無害物質に転換。
- 汚染ガス浄化、汚水処理に極めて有効。
- 環境中に残留してしまう難分解性の工業由来の汚染物質も分解。
  - 1,4ジオキサン (dioxane)：難分解性、発がん性。
  - PFAS: 脂質異常、腎臓がん、乳児胎児の発育低下、抗体反応低下。



電子ビーム照射で有害細菌が死滅

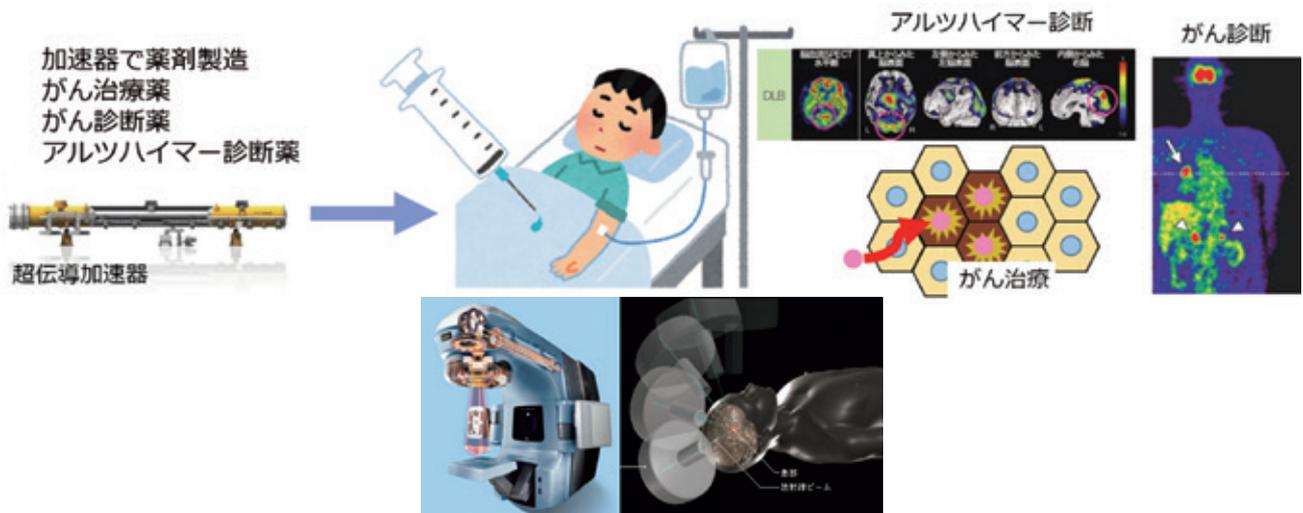


## 5 高齢社会への対応

### 高齢社会のQOL（Quality of Life）

#### がん、アルツハイマーへの対応

- ・高精度診断（PET、SPECT等）・治療（アルファ線標的療法、重粒子線治療、X線治療）



## 6 人口減少課題に対するILC建設の意義

### 地方創生と人口減少社会

- ・世界中の研究者が集積するアジア初の大型国際研究拠点
- ・数千人の研究者・職員＋家族、ユーザー研究者、関連企業、関連産業の集積（数万人）
- ・20～30代の若手研究者が多い
- ・50年以上続く長期継続型の世界トップ拠点
- ・人口減少・少子化が進む課題先進地、東北への立地

#### ・ポイントとなるまちづくりの視点

- ・研究者・家族が憧れるまちづくり：世界のモデルとなる研究環境

- ・誰もが移住したくなる地域：日本の地方創生モデル

#### ・国際研究所を核とする若者・女性を惹きつける良質な雇用の創出

- ・若者・女性の人口流出要因である雇用問題を解決：研究所事務、研究助手、秘書、通訳、関連メンテナンス企業等

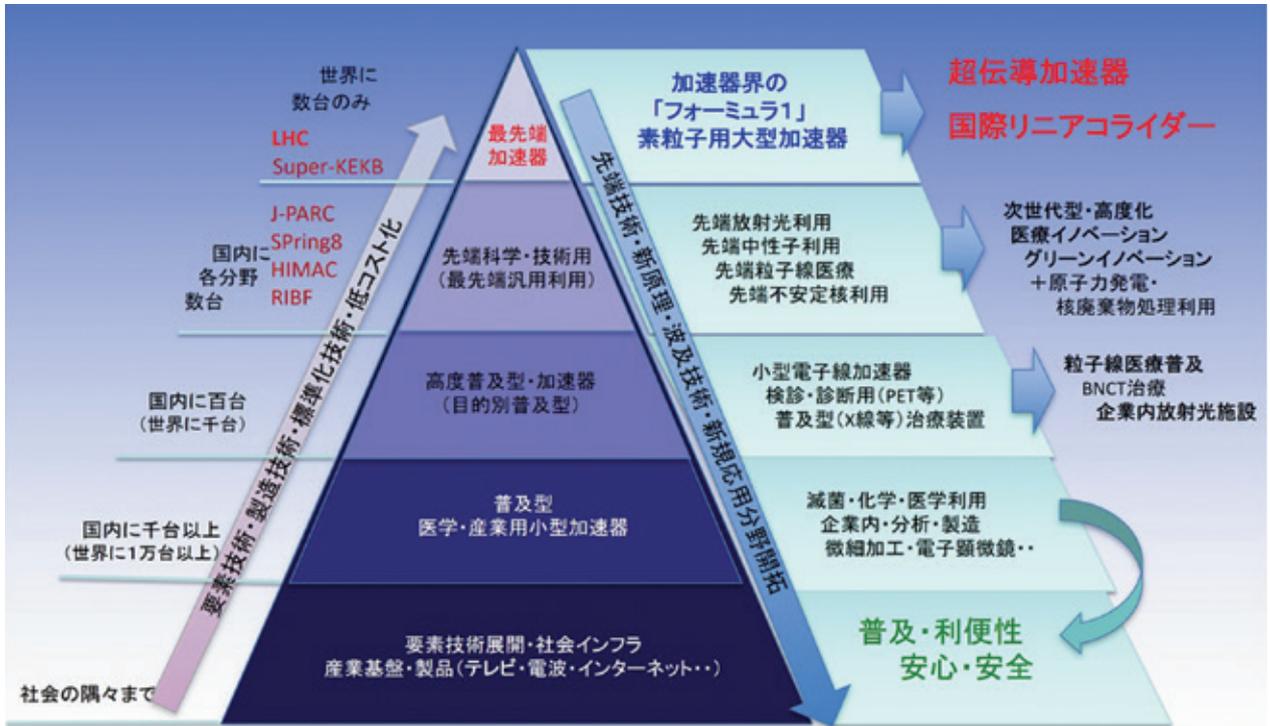
#### ・研究者・技術者の家族、若者・女性をターゲットとした環境整備

- ・移住条件である保育や子育て環境整備



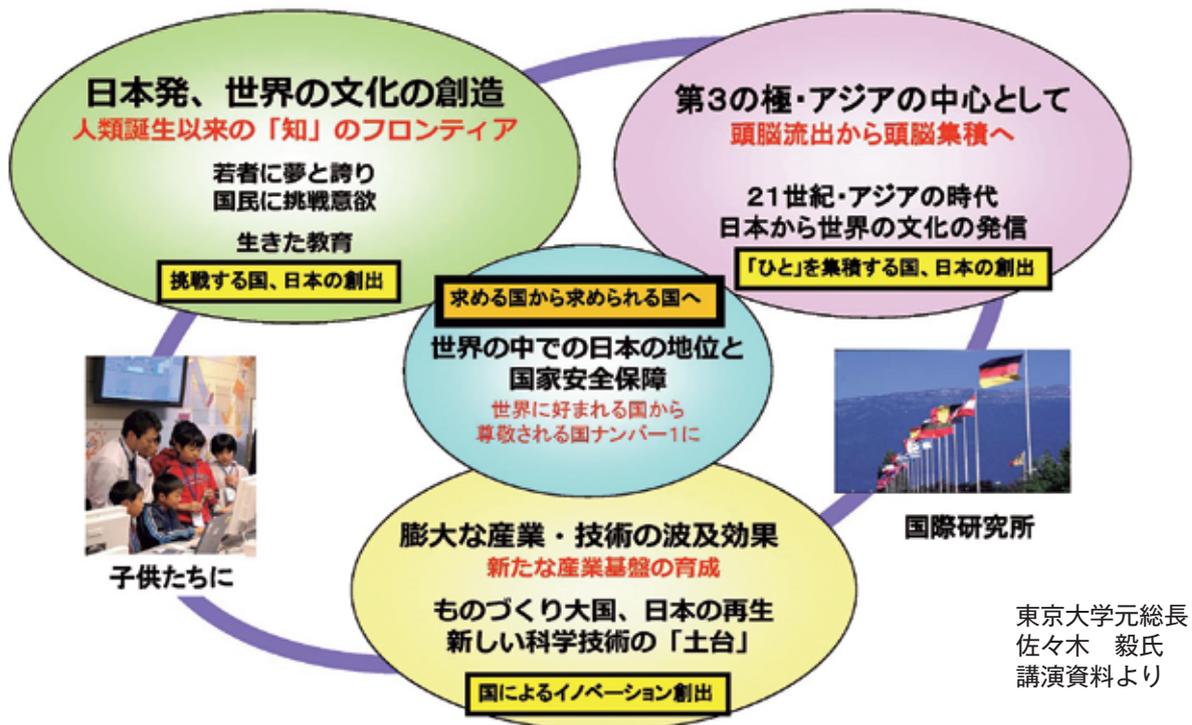
## 7 まとめ

### 大型加速器による新しい社会と産業基盤の形成

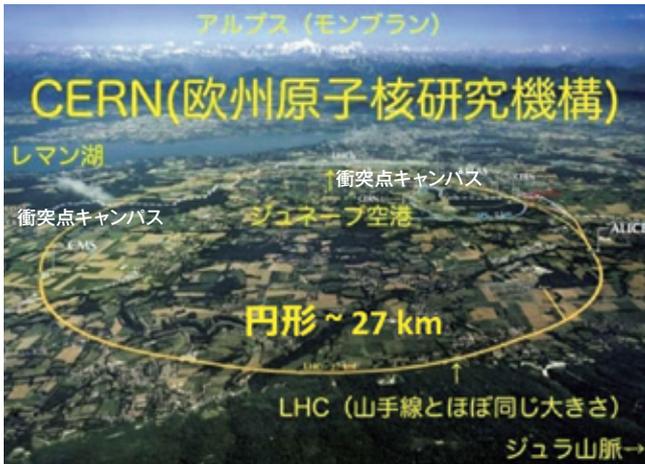


加速器ビームを直接利用した生産額：年間56兆円（欧州CERN、米国DOEレポート）

### ILC：21世紀の知の挑戦



# 欧州原子核研究機構 (CERN) の例



中央キャンパス

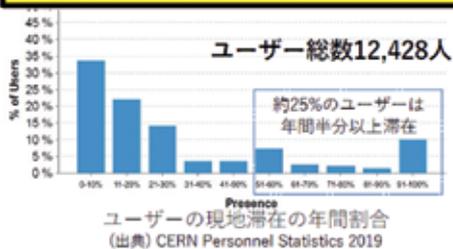
## CERN設立主旨

第二次世界大戦が終了すると、分断されたヨーロッパを政治経済的に総合しようという運動が本格化した。科学の分野は「科学に国境なし」として、国家間で協力がしやすい分野であり、統合に向けた先駆けとして共同研究事業の具体化が始まった。

一国ではできない分野で科学者が国際的に協同してより大きな成果を上げるため、地域共同の研究センターの設立が急務であった。

- ILCと同規模の大型国際研究拠点（スイス、ジュネーブ、メイラン地区）
- 1954年設立以来、70年にわたり素粒子物理学研究のトップ拠点。

平均約3,700人のユーザーが常に滞在  
+ 研究所職員2,600人  
合計6,000人規模が常時滞在・勤務



## 研究者以外の訪問者

- CERN Open Day (一般公開)
    - 約75,000人が参加 (2019/9/14,15の2日間)
  - CERNのガイド付きツアー
    - 95ヶ国から15万人以上 (2019年実績)
    - そのうち約半数が生徒・学生
  - CERN加盟国政府・議員の訪問
    - 年間約150回 (2019年実績)
- (出典) CERN Annual Report 2019



## イノベーションの創出と知識・技術の移転

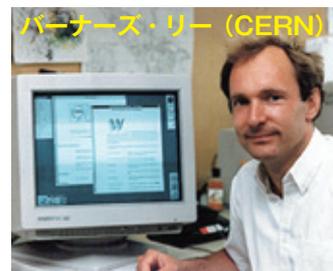
- CERNは、科学者・エンジニア・専門家のための国際的な拠点。
- CERNのコミュニティによって生み出される知識は、高エネルギー物理学以外の分野でもイノベーションをもたらし、インパクトを生み出す可能性を秘めている。
- CERNの知識移転グループは、助言、サポート、トレーニング、ネットワーク、インフラストラクチャーを提供し、CERNのノウハウの産業界、社会への移転を容易にしている。



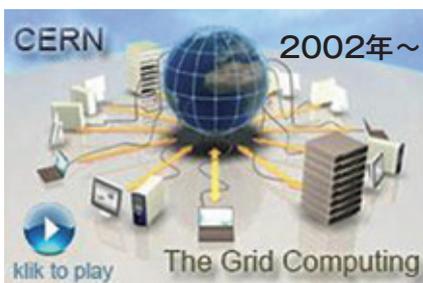
## CERN発の代表的イノベーション

- 世界各国にいる国際共同実験の研究者にいち早く実験データや情報を届ける必要性から WWW (World -Wide-Web) を考案

**インターネット誕生の日  
1991年8月6日**



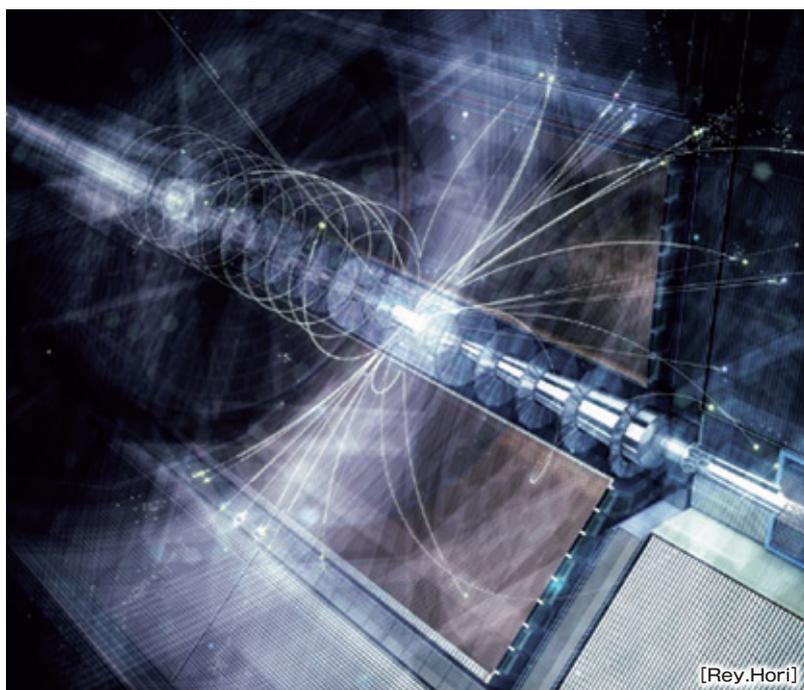
グリッドコンピューティングの開発：世界の数十万台の計算機を結合



**インターネット社会・  
デジタル社会へ**

## ILC計画の推移

海外の動向	時期	国内の動向
日・米・欧で計画の検討、研究が始まる	1980年代(昭55)	
	2000~13年 (平12~25)	サイト候補可能性について国内全域検討開始
加速器に超電導加速方式の採用を決定 以後、国際リニアコライダー(ILC)と呼称	2004年(平16)	
ILC加速器・測定器の国際技術開発チームの結 成(GDE)	2005年(平17)	
GDEによる概念設計書(RDR)完成	2007年(平19)	
	2008年(平20)	先端加速器科学技術推進協議会(AAA)・超党 派国会議員連盟発足
	2012年(平24)	岩手県国際リニアコライダー(ILC)推進協議 会設立
GDEによる技術設計書(TDR)完成		TDR・アジア会場にて伝達(東京大学山上会館)
欧州素粒子物理戦略、米国素粒子物理戦略 (P5) アジア将来加速器委員会が「ILC日本誘致を歓 迎、日本からの提案を待ち望む」声明を公表	2013年(平25)	国内立地評価、北上サイトを最適と評価 →世界の研究コミュニティが支持 日本学術会議所見「時期尚早、政府内で調査検 討を」
	2013~16年 (平25~28)	日米連携強化(国会議員連盟・AAA・研究者 訪米) →日米共同R&Dコスト削減事業開始
	2016年(平28)	日米科学技術フォーラム(米国・ワシントン) 国会議員連盟、AAA、東北ILC推進協、岩手 県ILC推進協が出席
	2016~18年 (平28~30)	日欧連携強化(国会議員連盟・研究者出席)
ILCのエネルギーを250GeVとしてヒッグス 生成工場から開始することを決定	2017年(平29)	
	2018年(平30)	文科省有識者会議「審議のまとめ」公表 日本学術会議所見「日本誘致を支持するには至 らず」
	2019年(令1)	経済3団体(日商、経団連、同友会)連名による 「政府の意思表示に期待」と共同声明 文科省「ILC計画に関する見解」公表 「ILCに関心を表明」
欧州素粒子物理戦略 「日本のILCのタイムリーな実現は戦略に適合」 「欧州の素粒子物理学コミュニティは協同する ことを望む」	2020年(令2)	
米国国務省声明 「日本でのILC推進を提唱」、「価値観を共有す る日米欧での科学の進歩を支持」、「ILC国際推 進チーム(IDT)の取組を支持」	2020年(令2)	
国際推進チーム(IDT)が「ILC準備研究所の 提案」を公表	2021年(令3)	
	2022年(令4)	文科省有識者会議「審議のまとめ」公表 「準備研究所は時期尚早」「段階的に技術開発を」
ILC技術開発ネットワーク(ITN)を構築	2023年(令5)	
中国の周長100kmの巨大円形加速器CEPCの 技術設計書が完成し、周知活動が活発化 欧州が中国のCEPCに対抗して円型電子・陽電 子衝突加速器(FCC-ee)の建設可能性を調査	2024年(令6)	
中国の動向を受け、1年前倒しされた欧州素粒 子物理戦略への提案の締め切り期限	2025年(令7) 3月	



ILCの電子・陽電子衝突イメージ

 **岩手県国際リニアコライダー推進協議会**

岩手県盛岡市清水町14-12 盛岡商工会議所内  
TEL 019-624-5880 FAX 019-654-1588

2025年1月 初版