

ILC計画の概要

田辺友彦

東京大学 素粒子物理国際研究センター

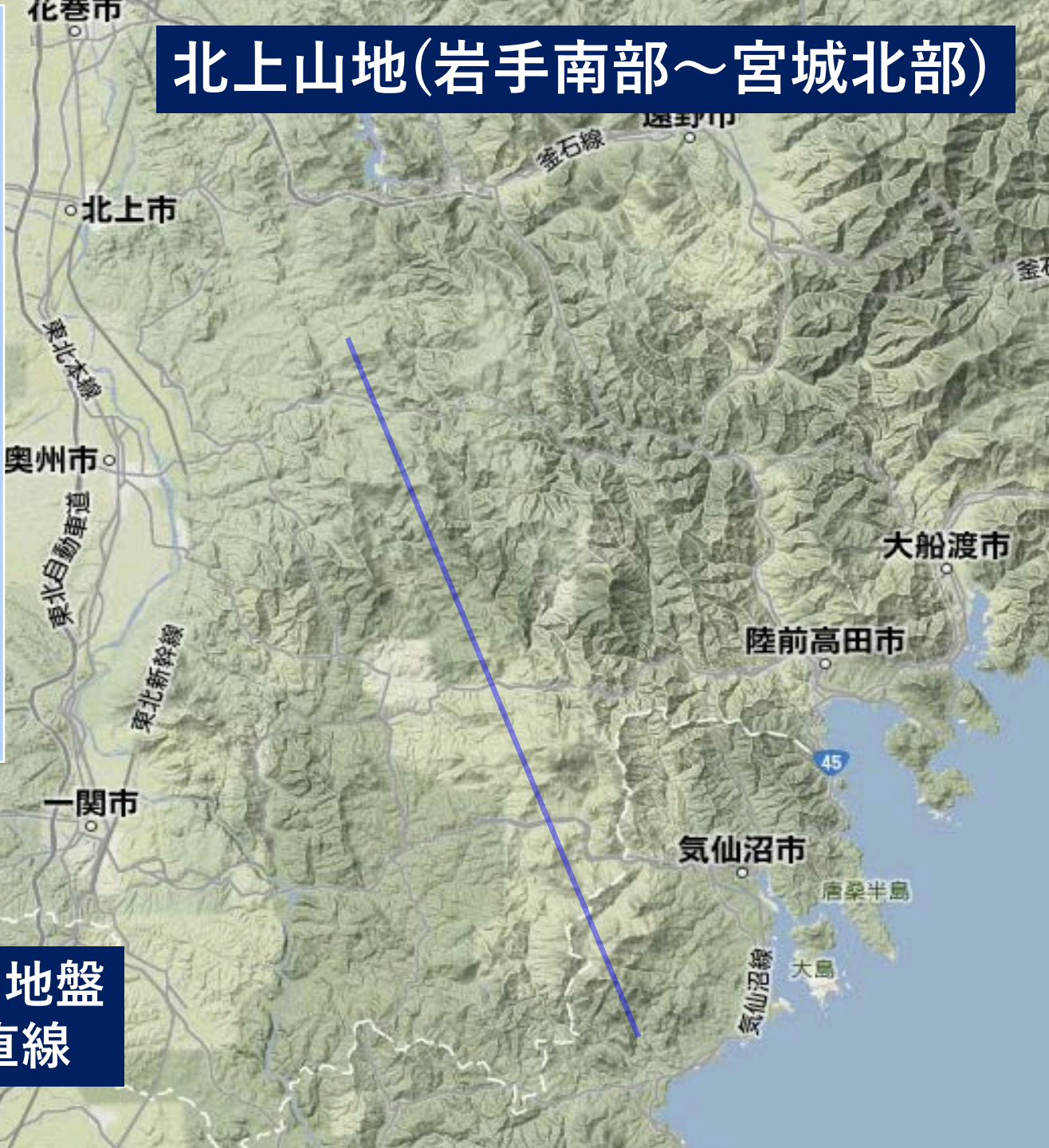
国際リニアコライダー計画

- 宇宙の謎にせまる研究
科学的意義は大いにあり！
(→ 2つ前の講演)

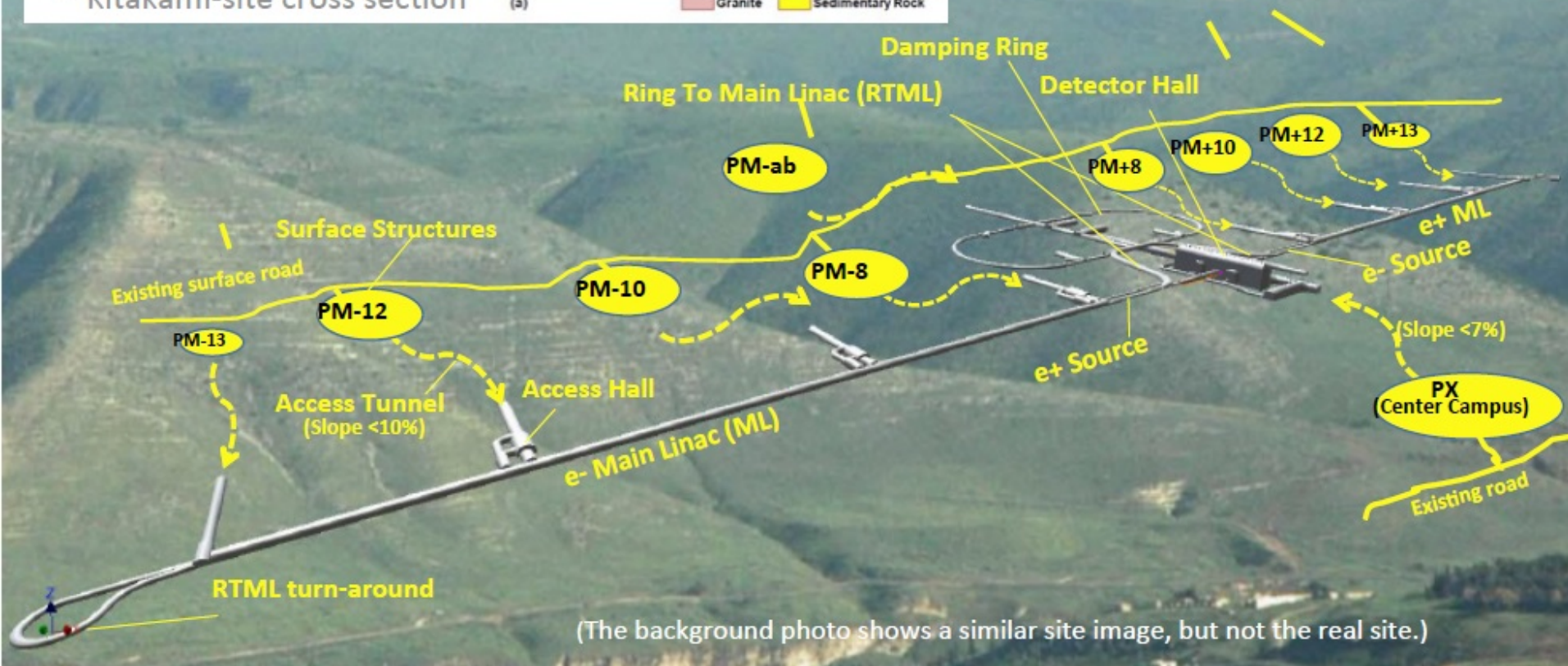
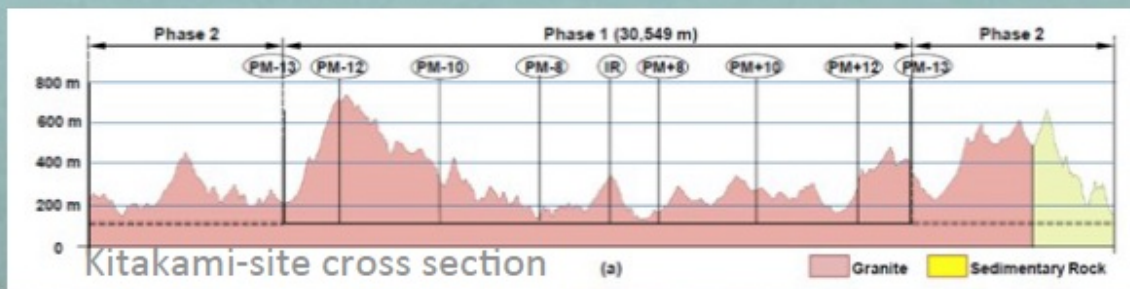
- 最先端の超伝導加速器
技術開発は完了！
(→ 1つ前の講演)

→ ILC計画の概要：実現に向けて

北上山地(岩手南部～宮城北部)



世界有数の強固な地盤
最長約70kmの直線



北上山地でトンネル設計が進行中

奥州市

JR一ノ関駅

盛岡

News from the Japanese Candidate site for the ILC in Iwate, Tohoku

THE KITAKAMI TIMES

Iwate, the International Linear Collider, and You



私たちは国際リニアコライダーを応援しています
We support the International Linear Collider Project.



東京メトロ

子供向けのILCの模型



ILC計画

研究対象	ヒッグス粒子
エネルギー	240 GeV
長さ	20 km

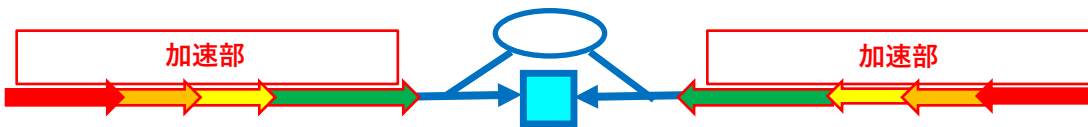
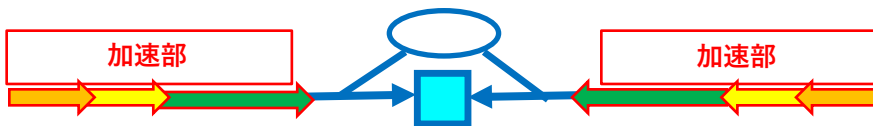
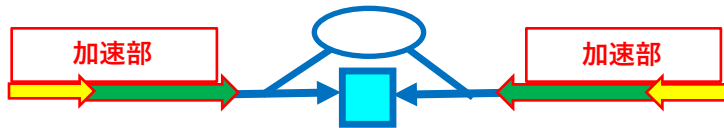
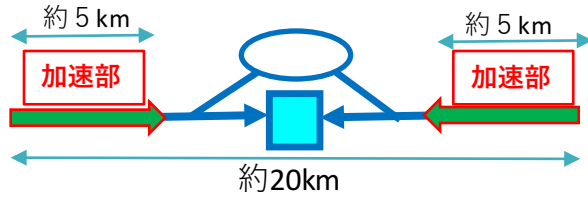
拡張可能性

研究対象	トップクォーク
エネルギー	350 GeV
長さ	23 km

研究対象	ヒッグス2個/ ヒッグスとトップ同時生成
エネルギー	500 GeV
長さ	30 km

※未知の粒子は低いエネルギーでも発見される可能性あり

研究対象	未知の領域
エネルギー	1000~3000 GeV
長さ	50 km



更に高度化した加速部を必要性と資金に合わせて段階的に継ぎ足していく

40年以上にわたる世界最先端拠点

時間スケール (目安として)

- 2017
- 2018
- 2019
- 2020
- 2021
- 2022
- 2023
- 2024
- 2025
- 2026
- 2027
- 2028
- 2029
- 2030
- 2031
- 2032
- 2033
- 2034
- 2035

Super-KEKB
Belle II
アップグレード建設

電子・陽電子
10GeV
大強度運転

↓

←50 ab⁻¹

CERN
LHC
陽子で
13-14 TeV

↓

←300 fb⁻¹

LHC強度向上
(エネルギーは同じ14TeV)

大強度運転

↓

←3000 fb⁻¹

2035年まで運転予定

ILC

文科省検討
政府間議論

政府判断に
向けた検討

国際政府間協議

国際研究所
準備・設置

国際研究所
運用開始

建設
(7~9年)

試運転

250 GeV

↓
500 GeV

フロンティア加速器

より高いエネルギーに到達するために…

加速器	衝突	重心系エネルギー	場所	完成	建設費	周長
Tevatron	陽子・反陽子	1960 GeV	米国	1987	~500億円	6.3 km
LEP	電子・陽電子	209 GeV	CERN	1989	~1400億円	27 km
LHC	陽子・陽子	14000 GeV	CERN	2009	~4000億円	27 km
ILC	電子・陽電子	240 GeV	日本	~2030	~5000億円 ※評価中	~20 km

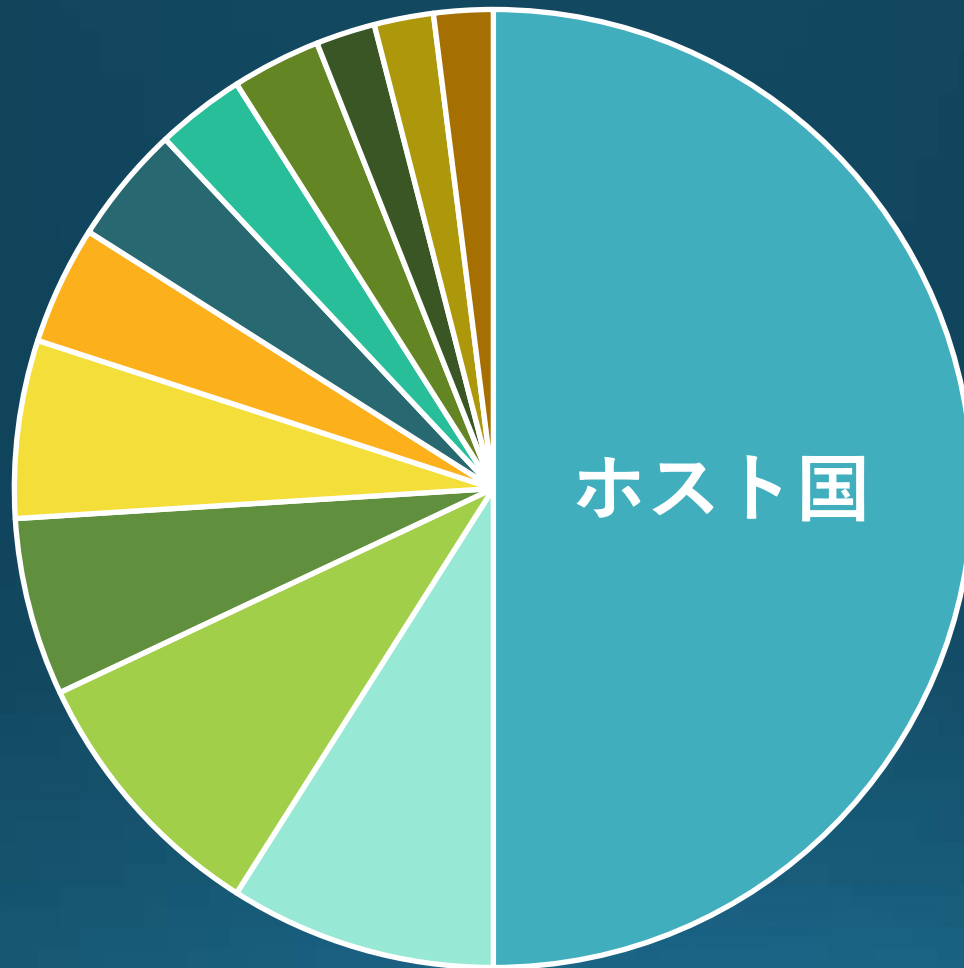
90年代から米国・欧州・日本でそれぞれ独自のリニアコライダー計画

→ 2004年に国際プロジェクトILCとして統合

(一国の予算では賅えないことが明らかに)

→ 建設費は国際分担が前提

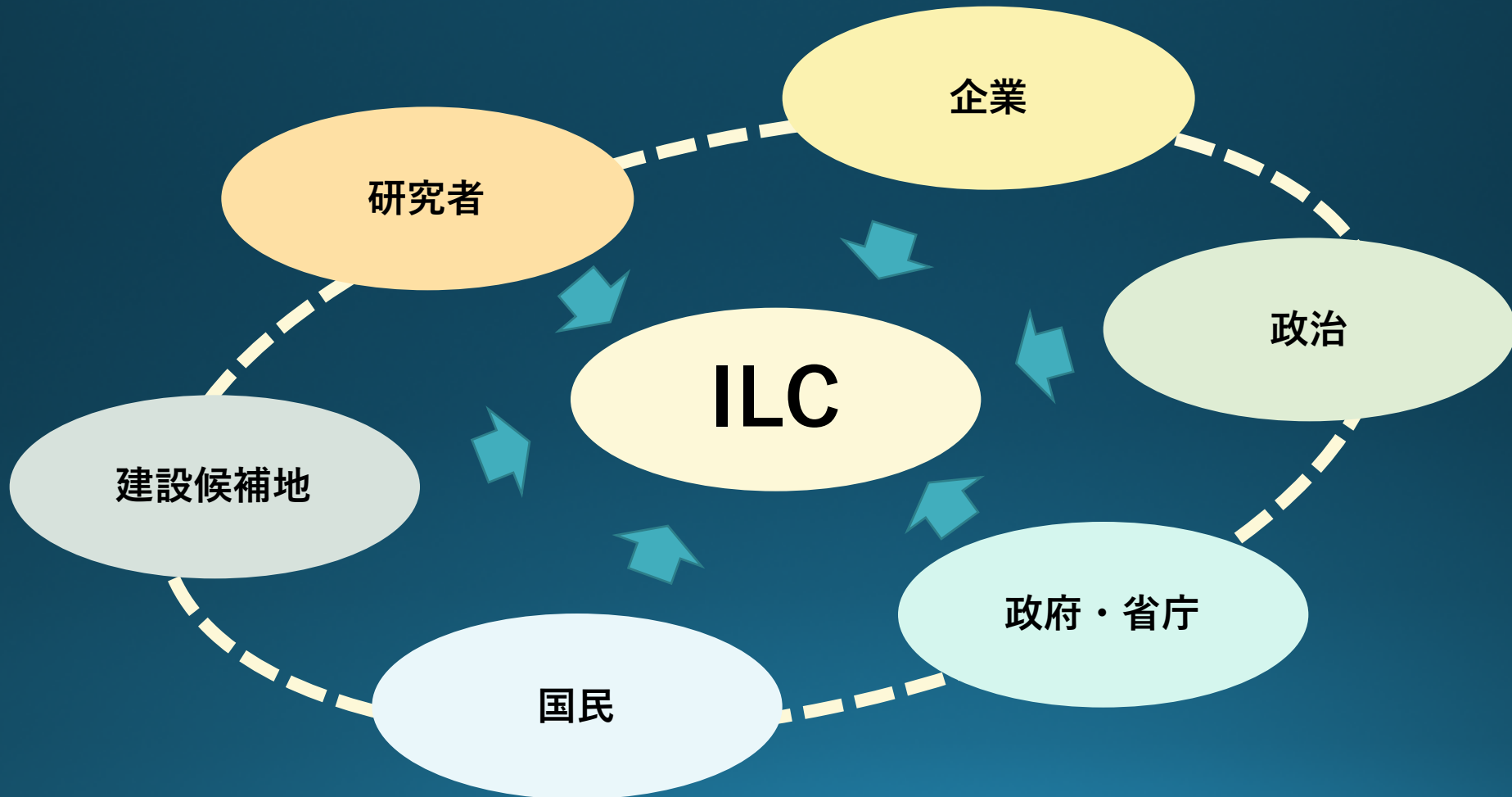
建設費の国際分担（一例）



→ 計画の是非の判断の前に外国との協議が必要

大型国際プロジェクトILCの実現に向けて

計画に賛同してくれる仲間を増やしていくこと



リニアコライダー国際会議 @盛岡 (2016年12月)



ILCは世界中の研究者が協力して研究・開発・設計

素粒子分野：世界の5カ年計画

CERN

素粒子物理学の欧州戦略 (2013)



- e. There is a strong scientific case for an electron-positron collider, complementary to the LHC, that can study the properties of the Higgs boson and other particles with unprecedented precision and whose energy can be upgraded. The Technical Design Report of the International Linear Collider (ILC) has been completed, with large European participation. The initiative from the Japanese particle physics community to host the ILC in Japan is most welcome, and European groups are eager to participate. *Europe looks forward to a proposal from Japan to discuss a possible participation.*

米国エネルギー省

素粒子物理学将来計画評価報告書(P5) (2014)

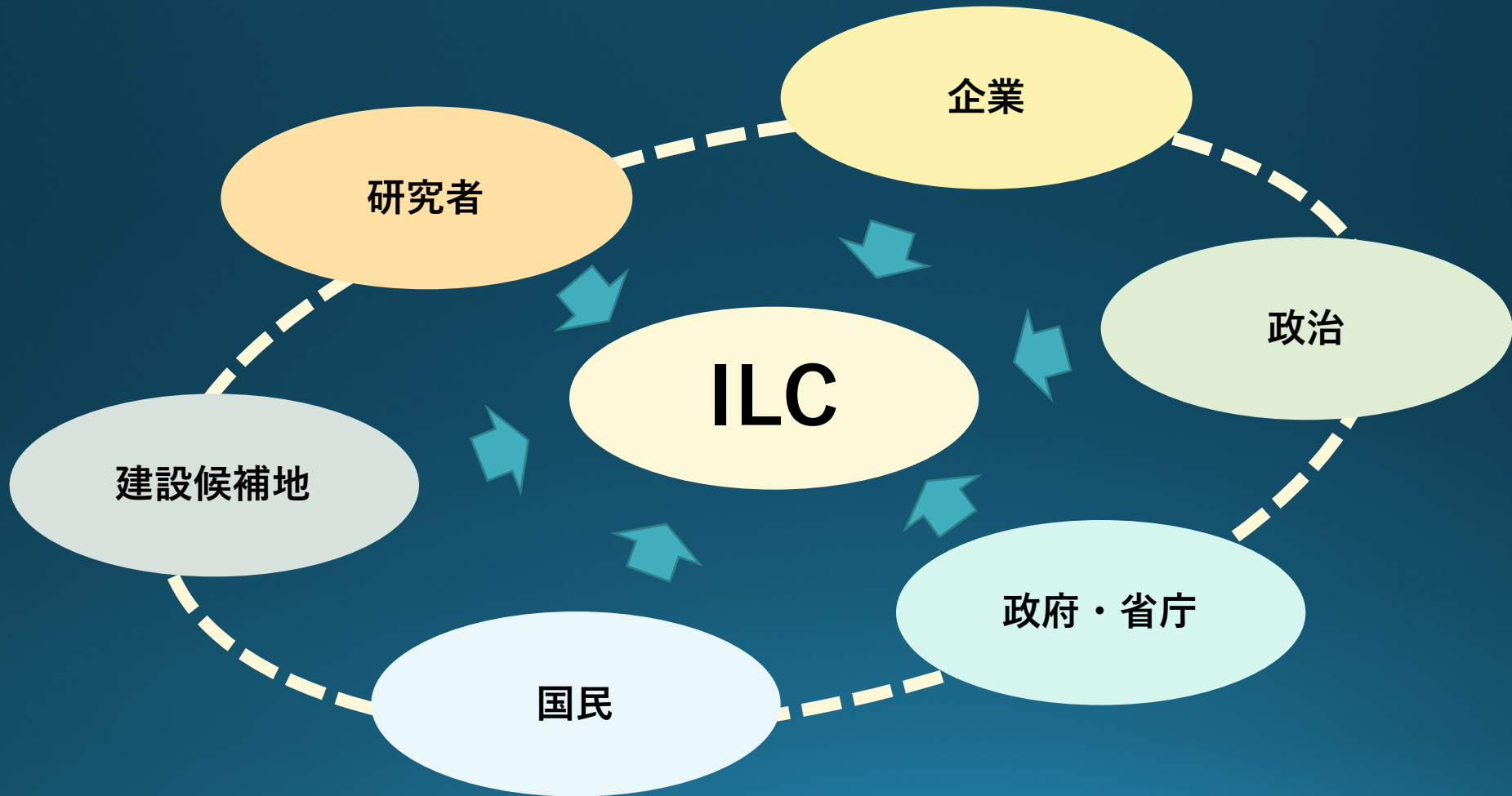


- The interest expressed in Japan in hosting the International Linear Collider (ILC) is an exciting development. Participation by the U.S. in project construction depends on a number of important factors, some of which are beyond the scope of P5 and some of which depend on budget Scenarios. *As the physics case is extremely strong, all Scenarios include ILC support at some level through a decision point within the next 5 years.*

世界の研究者もILC建設を日本に大いに期待している

大型国際プロジェクトILCの実現に向けて

計画に賛同してくれる仲間を増やしていくこと



先端加速器技術の応用

ILCは先端加速器技術の集大成
社会へのさまざまな応用

加速パワーが大きい → **小型化**
超伝導 → 省エネ (**高エネルギー効率**)
→ より多くの粒子を同時に加速 (**大強度ビーム**)

超伝導加速モジュールの台数と期待される応用 (開発中のもの含め)

1台	医療用放射性同位元素の生成
1~3台	小型放射光施設
10~20台	半導体微細リソグラフィ光源
20台	ADS核変換施設
約100台	次世代放射光施設：自由電子レーザー
約1000台	ILC

先端加速器技術の応用

医療用ラジオアイソトープ

超伝導加速器をもちいて生成
(現在は原子炉に頼っている)

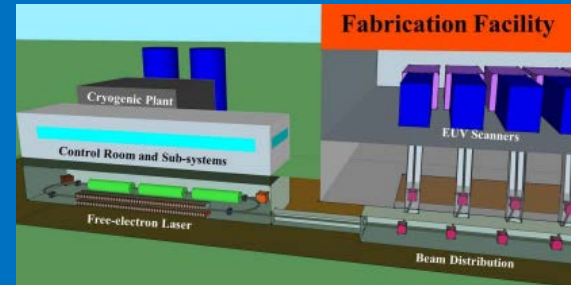
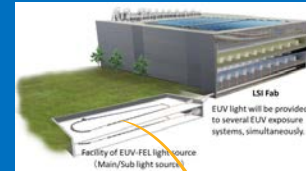


テクネチウム99m

半導体リソグラフィ光源

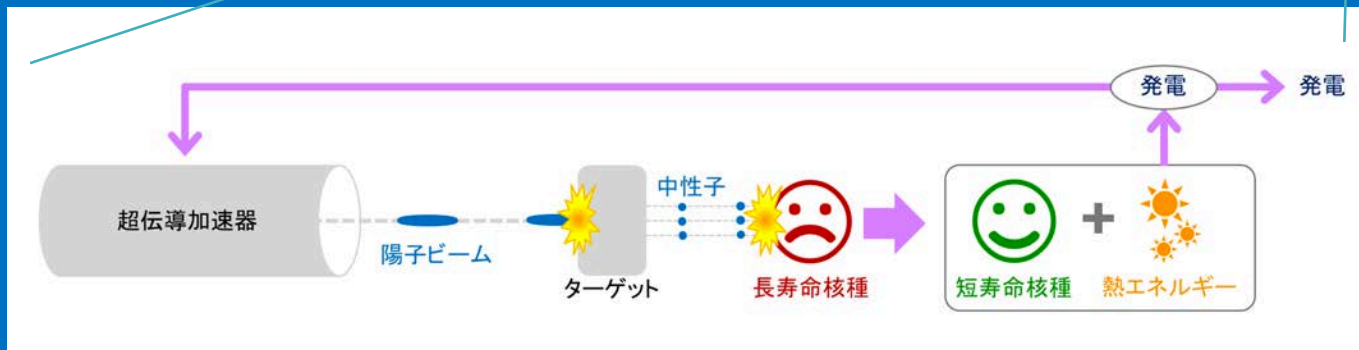
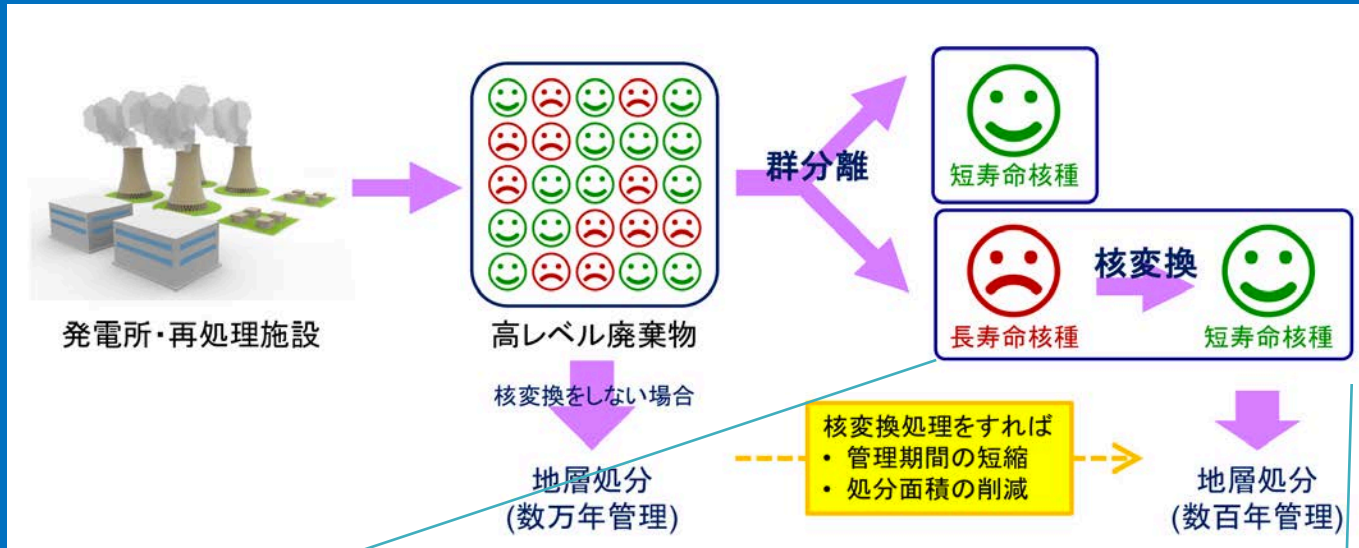
超伝導加速器からのガンマ線で
より微細な半導体プロセス

Expected image of LSI Fab using EUV-
FEL light source



先端加速器技術の応用

加速器駆動システムによる核変換



未臨界運転→ビームを止めれば反応が止まる (安全性が高い)

先端加速器技術

社会貢献・プロジェクト推進：産業界と協力

- ・実現プロセスの連携
- ・技術の産業化検討
- ・立地課題の検討
- ・技術移転の推進
- ・知財の方策検討
- ・アウトリーチ

産学連携：先端加速器科学技術推進協議会

(Advanced Accelerator Association) (2008年6月設立)

会員（企業） 100社（三菱重工業、東芝、日立製作所、三菱電機、京セラ、他）
賛助会員（公・研究機関） 40機関（高エネルギー加速器研究機構、東京大学、京都大学、
理化学研究所、原子力研究開発機構、放医研、他）

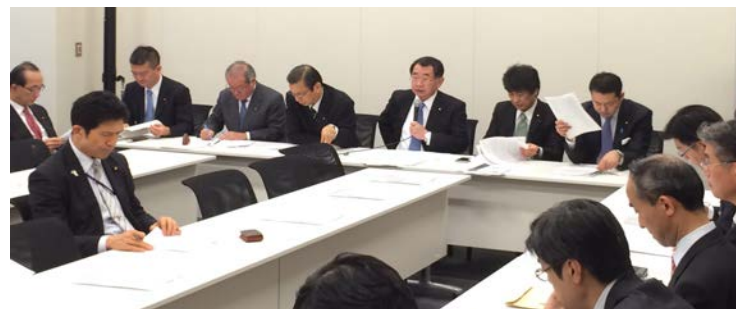
国家戦略とのマッチング

科学技術立国、エネルギー、安全保障、地方創成などの観点

リニアコライダー国際研究所建設推進議員連盟

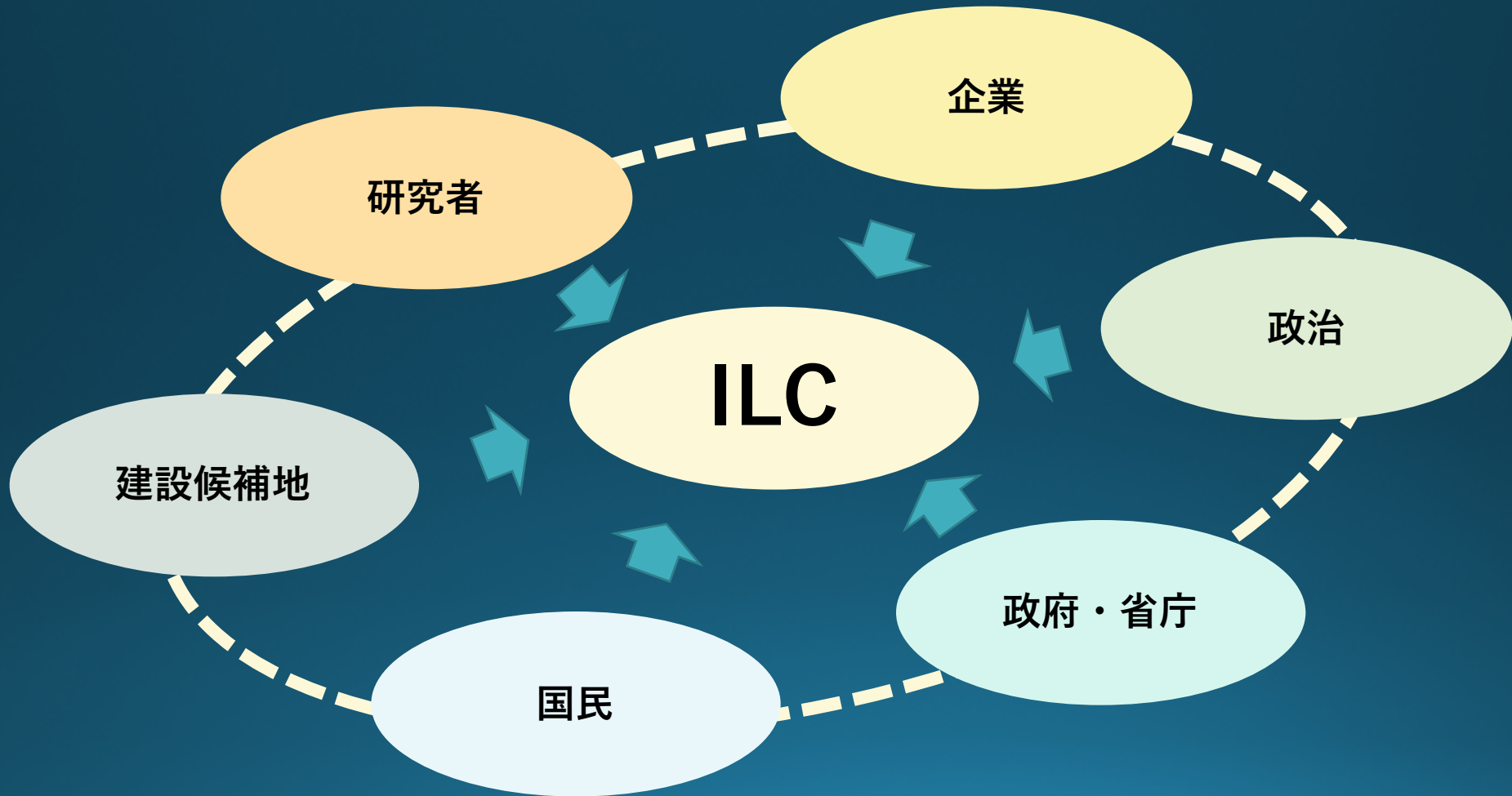
2006年発足、2008年に超党派に
現在、約150人の国会議員が参加
(国会議員は全部で717人)

- ・ILCを日本に誘致するための活動
- ・政府・省庁との連携
- ・海外議員との連携（科学外交）



大型国際プロジェクトILCの実現に向けて

計画に賛同してくれる仲間を増やしていくこと



ILC計画の検討状況

高エネルギー研究者会議 提言（2012年）

ヒッグス粒子発見(CERN) 2012年



日本学術会議 ILCに関する所見（2013年）

様々な科学分野の研究者 政府へ提言



文部科学省

ILC有識者会議（2014年～）

日本学術会議の答申を受けて、
検討を開始(物理、加速器、人材確保、
プロジェクトマネジメントなど)



日米間の国際検討（2016年～）

文部科学省-米国エネルギー省

ILCディスカッショングループ

ILCのコストダウンやプロジェクト
マネジメントの検討

ILC実現に向けて：まとめ

ILCを日本に誘致しようという動きが加速している。
国内では政府レベルでの検討が始まった。

ILC建設の可否の検討をすすめるための協議が進んでいる。
その検討を進めるための協議が進んでいる。
→日米協力による共同検討もついに2016年より開始。

今後、コスト検討を経て、ILC計画の是非を問う最終局面に突入する。

乞う、ご期待！