

# 科学的に見る 放射線と放射性物質

東北大学大学院理学研究科物理学専攻  
助教 金田雅司

[kaneta@lambda.phys.tohoku.ac.jp](mailto:kaneta@lambda.phys.tohoku.ac.jp)



今日は

各自の自己紹介

グループ分け

日程についての相談

(オフィスアワーについても)

# 自己紹介



何してる人？

専門

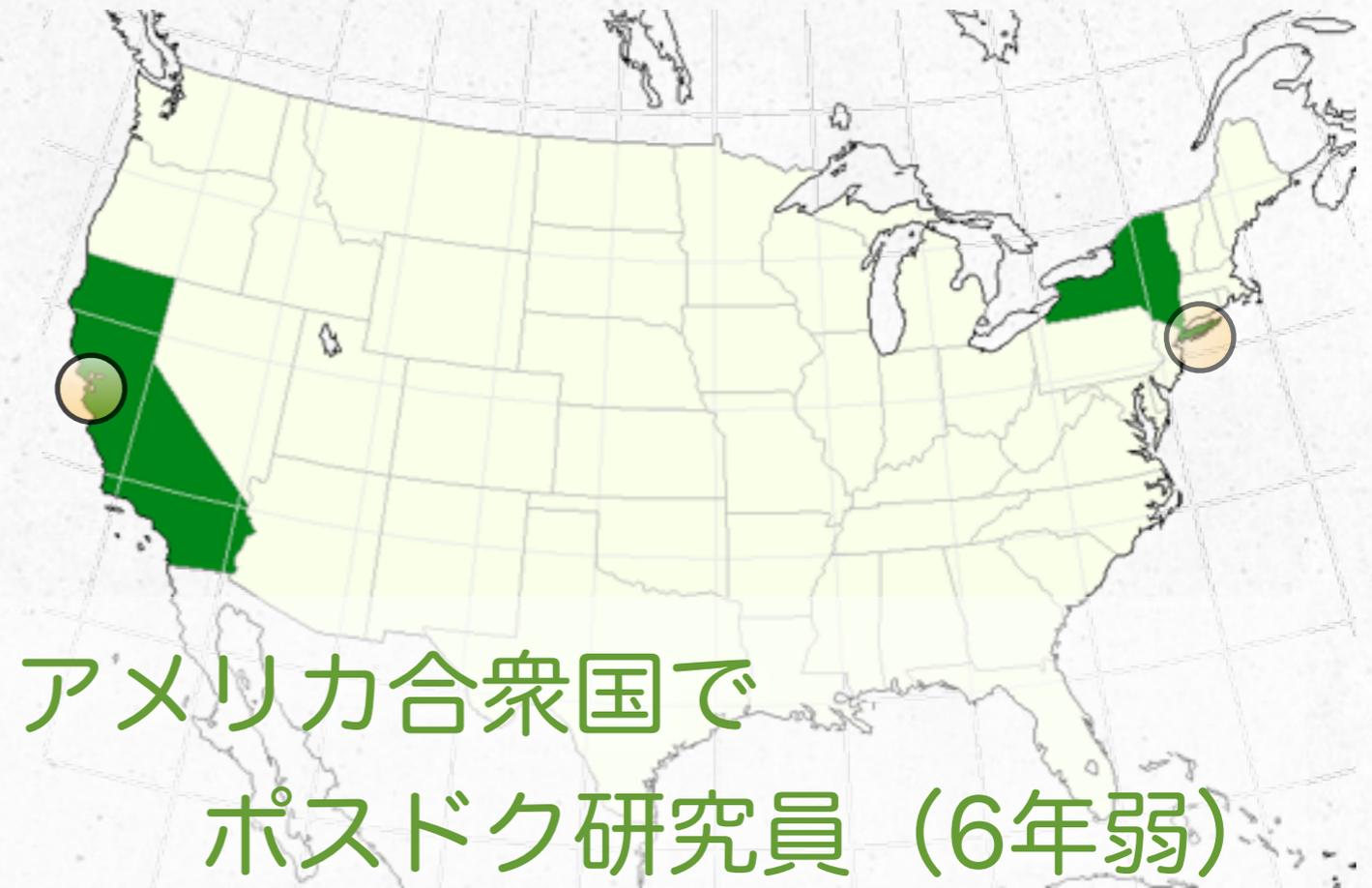
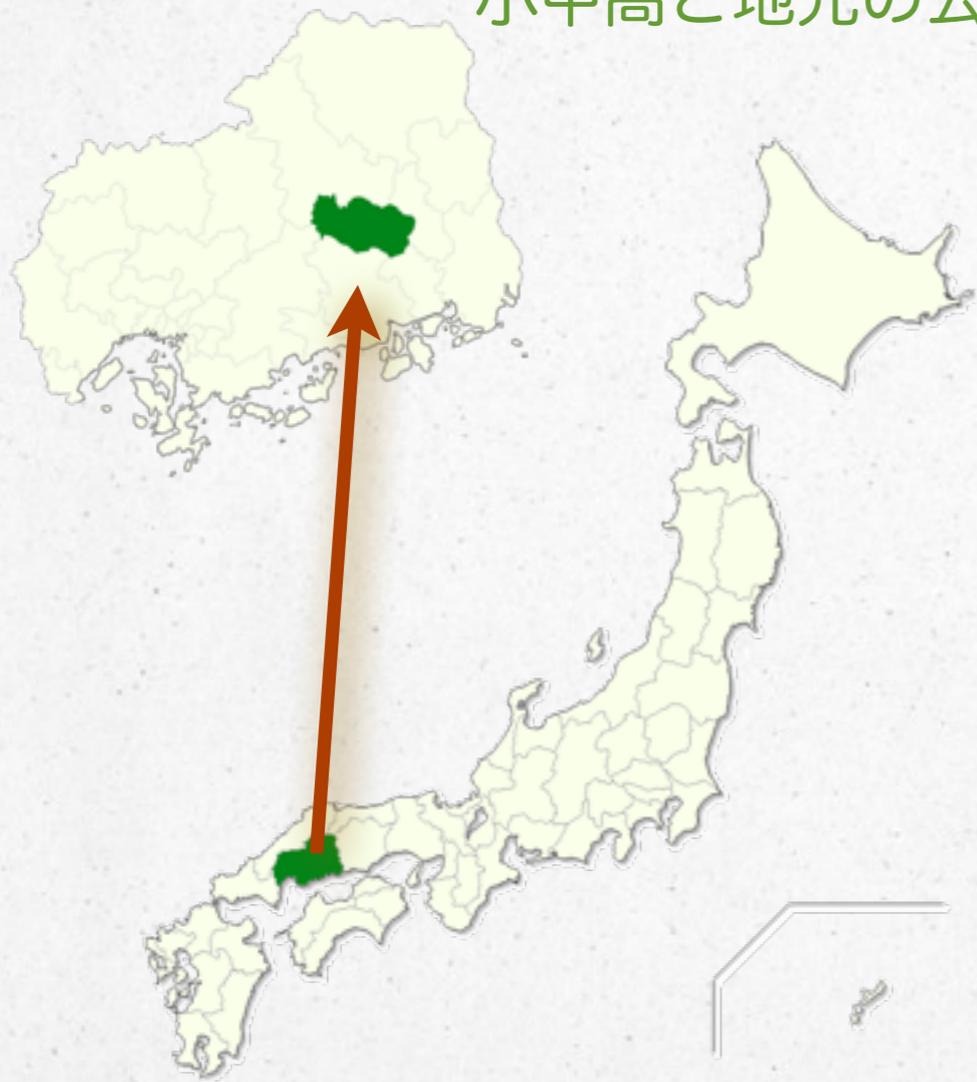
素粒子・原子核物理

(実験)

# 経歴

出身：広島県世羅郡

小中高と地元の公立



アメリカ合衆国で  
ポスドク研究員（6年弱）

ローレンス・バークレイ国立研究所  
ブルックヘブン国立研究所

広島大学教育学部教科教育学科理科教育学専修（物理）

広島大学大学院理学研究科物理学専攻

Lawrence  
Berkeley  
Lab.



Brookhaven  
National Lab.



# 東北大学大学院理学研究科物理学専攻 原子核物理研究室 助教

研究と教育に従事

なお、物理学者は白衣を着ません  
「ガリレオ」の湯川先生は典型的なステレオタイプ



素粒子

原子核

の研究



# 素粒子物理学

物質の最小単位、第一原理の追求

“標準理論”を超えた素粒子の探索

自然界の四つの力の統合

宇宙物理とのつながり

ビッグバン

消えた反物質

等々

# 現代の原子核物理

原子核そのものだけでなく  
クォークから出来ているものが全てが対象

第一原理の追求（=素粒子物理）ではなく

どのようにハドロンが作られているのか？

核力の性質は？

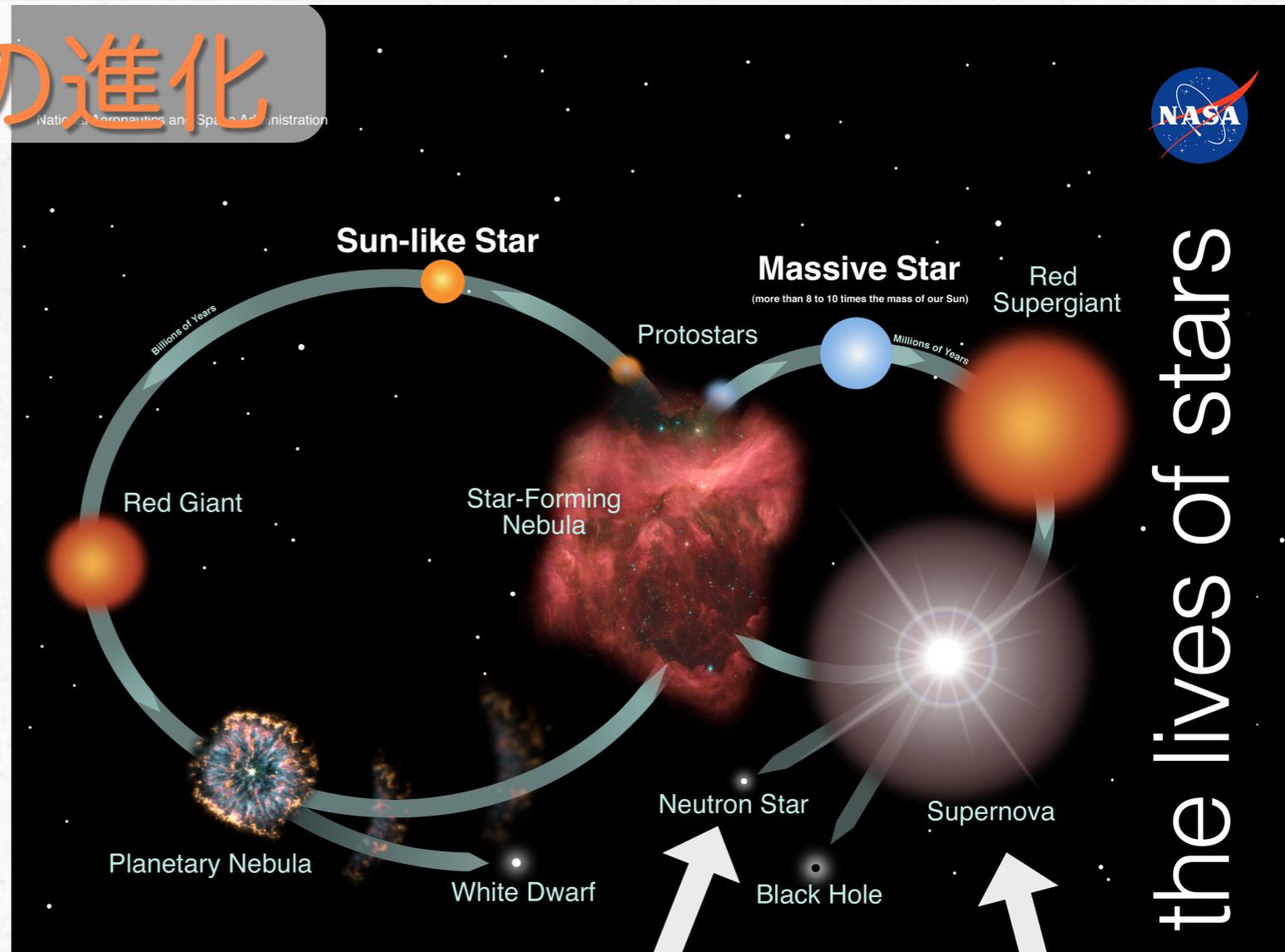
質量の起源は？

原子核を構成している陽子・中性子の  
質量の源は、真空中に凝縮されているクォーク・反クォーク対による場から  
ヒッグス場は、素粒子に質量を与える



# 宇宙における物質の進化

National Aeronautics and Space Administration



中性子星（高密度核物質）の生成および内部の状態

超新星爆発における重元素の合成

クォーク-グルーオン・プラズマからハドロンへの相転移（核子の生成）

Original: poster of CERN microcosm



# 極微の世界の探索

粒子 (電子、陽子、原子核) を

加速して

衝突させて

壊して

中から出てくる物を調べる



# 線形加速器 と 円形加速器

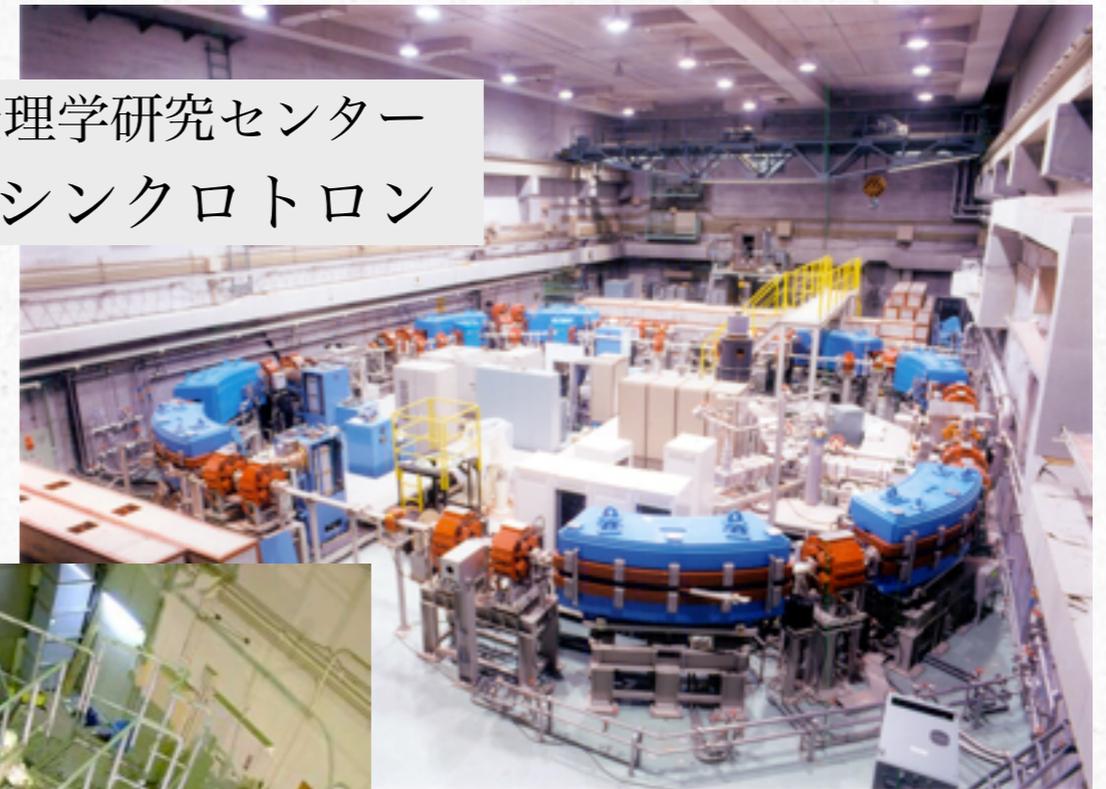
加速部分を直列にたくさん並べる



東北大学電子光物理学研究センター  
300MeV 電子LINAC

加速部分は一カ所  
円形にビームを回すことにより  
何回も加速させる

東北大学電子光物理学研究センター  
1.3GeV 電子シンクロトロン



東北大学サイクロトロンRIセンター  
サイクロトロン  
(陽子、原子核を加速)



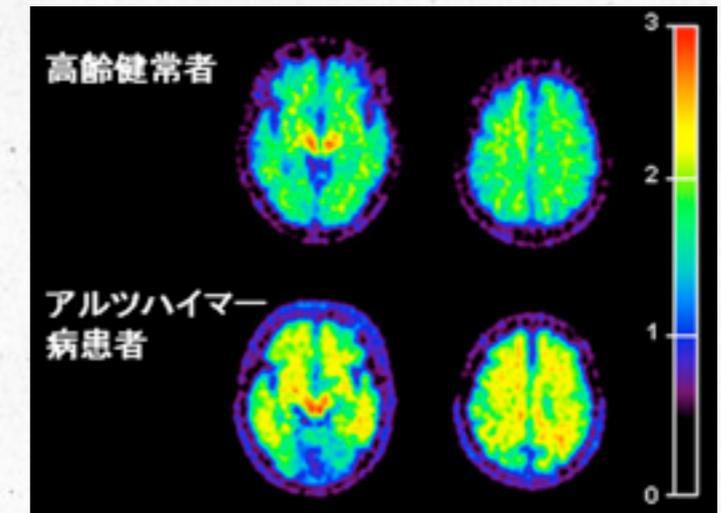
写真：電子光物理学研究センター  
サイクロトロンRIセンターのWebページから

# 加速器の応用

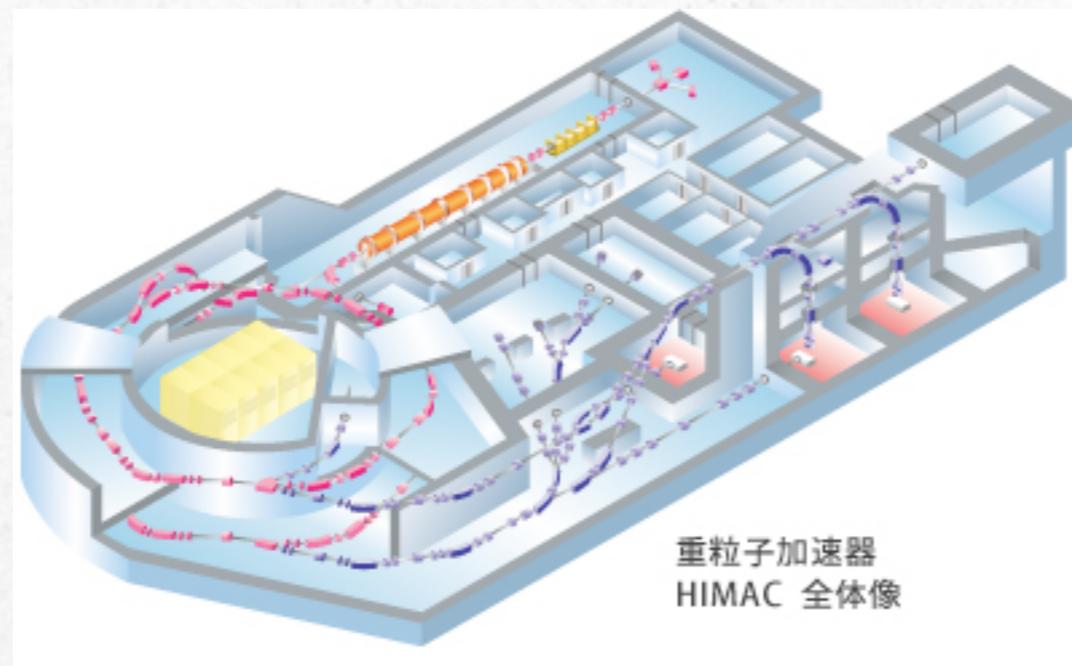
医療目的

電子線、ガンマ線、  
陽子・原子核ビーム  
を用いた  
診断およびガン治療

PET（陽電子放出断層撮影）



<http://kakuigaku.cyric.tohoku.ac.jp/activities.html> より



重粒子線棟

<http://www.nirs.go.jp/rd/collaboration/himac/outline.shtml> より



# 加速器の応用

## 非破壊検査 物質の構造解析

放射光（赤外線からX線まで）  
中性子を使用

茨城県つくば市  
KEK フォトンファクトリ



[http://pfwww.kek.jp/outline/pf/PF-Pamph2012\\_08.pdf](http://pfwww.kek.jp/outline/pf/PF-Pamph2012_08.pdf)



兵庫県佐用郡佐用町  
Spring-8 大型放射光施設

[http://j-parc.jp/Acc/ja/img/accelerator\\_ja.jpg](http://j-parc.jp/Acc/ja/img/accelerator_ja.jpg)



茨城県東海村  
大強度陽子加速器施設  
(J-PARC)の  
物質・生命科学実験施設

[http://www.spring8.or.jp/ja/news\\_publications/press\\_release/2009/090605\\_fig/fig4.png](http://www.spring8.or.jp/ja/news_publications/press_release/2009/090605_fig/fig4.png)



これまでの  
私の研究で使った  
加速器施設

# 大学院生時代

CERN

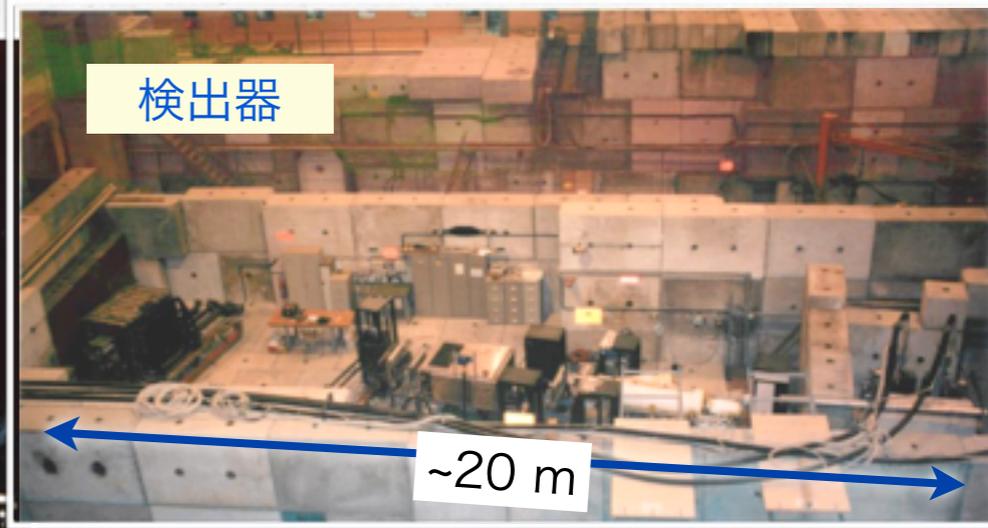
(欧州合同原子核研究所)  
の加速器SPSを用いた  
高エネルギー原子核衝突実験

国際共同実験

アメリカ、スウェーデン、  
デンマーク、フランス、日本  
から11の大学・研究所、約40名  
に参加

宇宙初期にあったと考えられ  
る、クォーク・グルーオン・  
プラズマ探索実験

航空写真：CERNのWebページから



←ジュネーブ



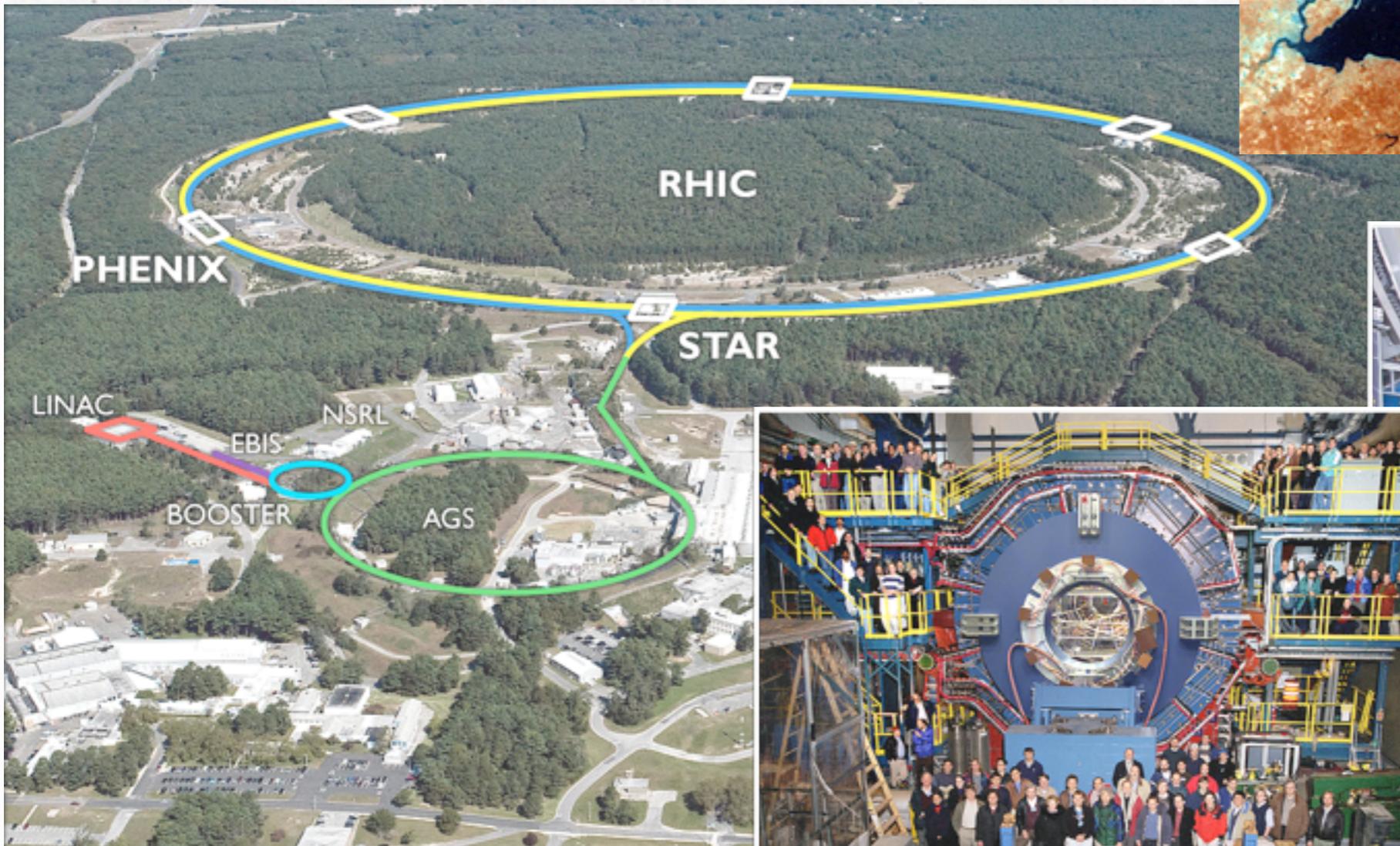
# ポスドク研究員時代

ブルックヘブン国立研究所の加速器RHICを用いた  
高エネルギー原子核衝突実験

STAR

PHENIX

に参加 (それぞれ400名程度)



写真：BNLのWebページから



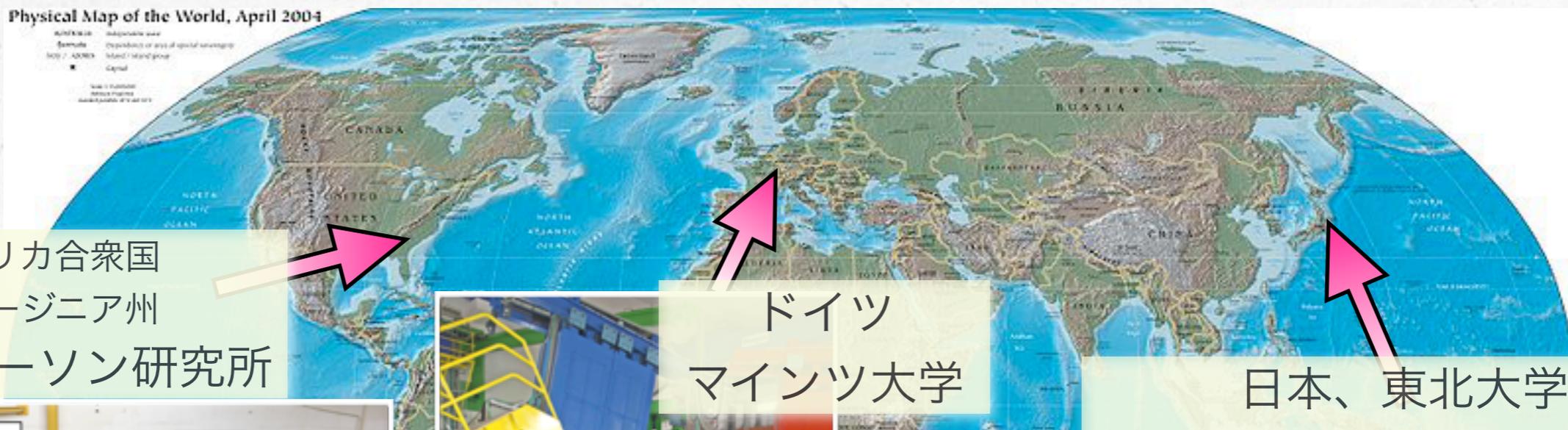
2015/4/20 科学的に見る放射線・放射性物質



# 現在

## 電子ビームを用いたストレンジネス核物理

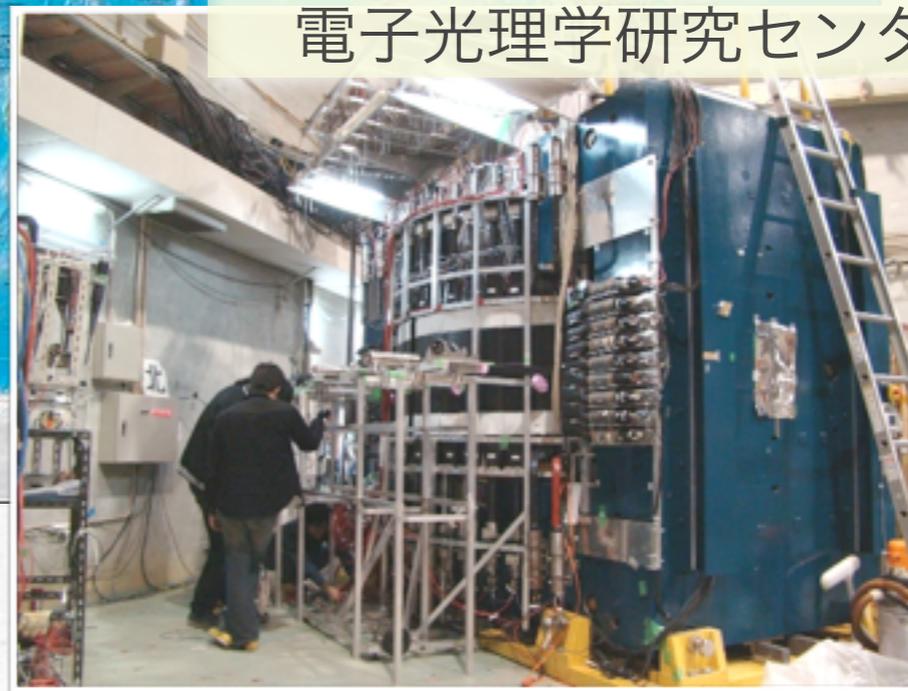
Physical Map of the World, April 2004



アメリカ合衆国  
ヴァージニア州  
ジェファーソン研究所

ドイツ  
マインツ大学

日本、東北大学  
電子光物理学研究センター



# 基礎科学の意義 に関する逸話を少し



# 基礎科学

19世紀英国の大蔵大臣 William E. Gladstone

Michael Faradayの電磁誘導の演示実験を見学した後に

「で、これは何の役に立つのかね？」

「何の役に立つか分かりませんが、  
いつの日か、閣下はこれに  
税金をかけるようになるでしょう」

Michael Faraday



# 基礎科学

アナウンサー

「ニュートリノの研究は、  
どのように役立つんでしょうか？」

「役に立たないよ」

小柴昌俊

2002年ノーベル物理学賞

「天体物理学とくに宇宙ニュートリノの検出に対するパイオニア的貢献」  
により、レイモンド・デイヴィスと共に

# 基礎科学

1969年、アメリカ合衆国

原子力エネルギーについての両院合同委員会でJohn Pastore上院議員

「数百万ドルする粒子加速器が

我が国も守るのにどの様に役に立つんだ？」

「加速器は我が国を守るのに

直接には役に立ちませんが、

守るのに値する国にすることが出来ます」

Robert R. Wilson (米国物理学者)

マンハッタン計画グループリーダー

フェルミ国立加速器研究所の初代所長

# 科学 ≠ 技術



# まとめ：素粒子・原子核の実験研究

- 人間・世界の起源を追い求める基礎科学
  - 知的好奇心に基づく
  - 直接、応用（“役に立つ”）を考えない
- 理学・工学の知識を集約した総合科学
  - 実験に必要な検出器・測定器
    - 研究者が自ら設計・製作を行う
    - 電磁気学の応用、粒子（素粒子・原子核等）と物質の相互作用
  - 周辺から応用が生まれてくる
    - 放射線検出器、医学分野での診断・治療、等
    - GPS（一般相対性理論）、半導体技術（量子力学）
    - World Wide Web
      - CERNの物理学者 Sir Timothy John Berners-Lee によって開発

終



# 確認事項

- パソコンの所有
  - 金田自身は、Windows 7, Mac OS X, Linux を使用
- ネットワーク環境
  - 家でインターネットに接続
  - キャンパス無線LANサービス
    - 東北大学総合電子認証システムでの「サブID」「サブIDパスワード」の設定
    - <http://www.dc.tohoku.ac.jp/guide/index.html> から情報を得られる



# 今後の予定

- 放射線・放射性物質についての講義と討論（2回程度）
  - そもそも放射線・放射性物質とは？
  - 生体への影響について
- 青葉山キャンパスでの放射線測定実習（2回程度）
  - 移動は、キャンパスバスもしくはは仙台市バス
- 環境放射線の測定（2回程度）
  - 場所も、各グループで考える（近場か遠くか）
- 各グループで放射線・放射性物質についてテーマを決め、調べて来たことを発表し参加者全員で議論。議論の結果をうけてさらに調べ、発表・議論を何度か行う
- 学んだこと、調べたこと、議論の結果をまとめ、グループごとに発表を行う
  - 基礎ゼミ成果発表会（毎年9月末に予定）でも発表しよう





# キャンパスバス

青葉山行 to Aobayama Campus 平日 Weekday	片平キャンパス	植物園入口	入試センター	自然史標本館	工学部中央	工学部東
	Katahira Campus	Botanical Gardens	Admission Center	Museum of NaturalHistory	School of Eng. Central	School of Eng. East
	7:20	→ 7:30	→ 7:32	→ 7:35	→ 7:37	→ —
	—	8:33	8:35	8:38	8:40	8:42
	9:20	9:30	9:32	9:35	9:37	9:39
	—	9:46	9:48	9:51	9:53	9:56
	—	10:09	10:11	10:14	10:16	10:18
	11:52	12:02	12:04	12:07	12:09	12:12
	—	12:31	12:33	12:36	12:38	12:41
	—	12:53	12:55	12:58	13:00	13:03
	13:11	13:21	13:23	13:26	13:28	13:31
	14:05	14:15	14:17	14:20	14:22	14:25
	15:12	15:22	15:24	15:27	15:29	15:32
16:02	16:12	16:14	16:17	16:19	16:21	
16:51	17:01	17:03	17:06	17:08	17:11	



青葉山行 to Aobayama Campus 平日 Weekday	雨宮正門	星陵キャンパス	入試センター	自然史標本館	工学部中央	工学部東
	Amamiya Main Gate	Seiryō Campus	Admission Center	Museum of NaturalHistory	School of Eng. Central	School of Eng. East
	7:20	→ 7:29	→ 7:42	→ 7:45	→ 7:47	→ —
	8:13	8:22	8:35	8:38	8:40	8:43
	12:25	12:34	12:43	12:46	12:48	—
	13:45	13:54	14:03	14:06	14:08	14:11
	14:57	15:06	15:15	15:18	15:20	15:23
16:29	16:38	16:47	16:50	16:52	16:55	

時刻表は <http://www.bureau.tohoku.ac.jp/shisan/campusbus/timeschedule201504.pdf> より



# オフィスアワー

- 金曜日午後，理学研究科合同A棟6階605A
- それ以外の時間
  - 訪問時間をあらかじめ e-mail で相談
  - オフィスには不在のことが多い
    - 実験室に居たり、研究グループのミーティングをしていたりします
- e-mail で相談でも構いません



# オフィスアワー

## ● オフィスの場所

### Campus Map

東北大学 大学院 理学研究科・理学部  
キャンパスマップ

©Graduate School of Science, Tohoku University

**H-02** 理学研究科合同A棟  
Science Complex A

6階605A



この地図は、<http://www.sci.tohoku.ac.jp/campusmap/kita-aobayama/> より



# グループ

- 提案
  - 1グループ6名程度
  - 学部と学科のバランスを考慮

# 授業の進め方

- 形式

- 講義形式

- 教員からプレゼンテーション・ソフトや黒板を用いた説明

- ゼミ形式

- 各グループで調べたことの発表
    - 議論



# ノートの取り方

- この授業用のノートを用意
  - 授業中、調べた事など何でも記録
    - スクリーンや黒板に書いて無いことをしゃべることもあります
    - 雑談のようなことでも記録
- 記録は重要
  - ボールペンを使用
    - 間違っても消さない
    - 二重線で訂正して、その横に書き足す
  - 貼り付ける
    - 他の紙にメモしたもの
    - 写真
    - 印刷物

ノートは自分が  
考えたことの  
外部記録装置  
美しい必要は無い