



# 仁科芳雄と日本の量子物理学

第70回仁科記念講演会 仁科芳雄と素粒子物理学の百年

2024年12月5日 学士会館202号室

伊藤憲二（京大文）



田宮博による仁科の似顔絵  
(仁科記念財団所蔵)

# 2025年は量子力学（おおよそ）100周年

- ▶ 2024年6月7日 国際連合総会で2025年を「国際量子科学技術年」（International Year of Quantum Science and Technology）とすることが決議



INTERNATIONAL YEAR OF  
Quantum Science  
and Technology



# 1925年に起こったこと

- ▶ ヴェルナー・ハイゼンベルクの論文「運動学的・力学的諸関係の量子論的再解釈」が出版される
- ▶ 量子論的な量が不思議な計算規則に従うことを見出す
- ▶ 行列力学への道を拓く
- ▶ 量子力学の発展の重要なステップ
- ▶ (これだけではない)



Bundesarchiv, Bild 183-R57262 / 不明 / CC-BY-SA 3.0, CC BY-SA 3.0 de, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5436254>による



# 1920—1940：量子物理学の発展

- ▶ 理論物理学のもっともエキサイティングな時代
  - ▶ 1924年 ドブロイの物質波の理論
  - ▶ 1925年 ハイゼンベルクの行列力学論文
  - ▶ 1926年 シュレーディンガーの波動力学
  - ▶ 1928年 ディラックの相対論的電子論
  - ▶ 1932年 原子核物理における奇跡の年

# そのころ日本では？

- ▶ 日本における物理学の自立の時期
- ▶ 日本で独自に量子力学を勉強し始める若手たち
- ▶ 海外で新しい物理学を学ぶ次世代の指導者たち
- ▶ オリジナルな研究をするのが普通に
- ▶ その変化の最重要人物が仁科芳雄



仁科記念財団所蔵

# 今日お話しすること

1920年代から1950年代にかけての日本の量子物理学の発展に仁科芳雄の果たした役割についてお話しする。



仁科記念財団所蔵

# アウトライン

1. 自己紹介と科学史という学問について
2. 『励起—仁科芳雄と日本の原子物理学』と科学史における伝記について
3. 仁科芳雄の役割と知識のインフラストラクチャーという視点
4. コペンハーゲンとニールス・ボーア
5. 帰国後の仁科芳雄と量子物理学研究のインフラストラクチャー作り
6. 日本の量子物理学研究と仁科研理論班
7. まとめ

# 1. 自己紹介と科学史という学問について



# 自己紹介

- ▶ 2022年10月より京都大学文学研究科准教授
  - ▶ 東京大学科学史科学哲学で学士・修士
  - ▶ ハーバード科学史学科で博士
  - ▶ 東大・総合研究大学院大学など
- ▶ 科学史が専門
- ▶ 20世紀科学史、とくに日本の物理学史を専門
  - ▶ 仁科芳雄の伝記
  - ▶ 科学と外交
  - ▶ 学術雑誌
  - ▶ 知識のグローバルヒストリー
- ▶ 仁科芳雄に関しては30年ぐらい？
- ▶ 研究業績等は、Researchmapのページを参照
  - ▶ <https://researchmap.jp/xy2rbmib>



# 科学史とはどのような学問か？

- ▶ 科学史に関するよくある誤解
  - ▶ 事実を連ねた年表だけのものをつくる？
  - ▶ 科学者のエピソード集？
  - ▶ 「科学」の歴史？
- ▶ 大学などでよく講義がなされている科学史の通史は、科学史の研究とはあまり関係がない（すくなくとも研究の最前線とはかけ離れていることが多い）

# 科学史とはどのような学問か？

- ▶ 科学史には多様な目標があり得る
- ▶ おそらくもっとも重要な目標：「科学」とは何かを歴史を通して明らかにする
  - ▶ 「科学」は人間の知識生産の活動
  - ▶ 現在ある「科学」の在り方は歴史的いきさつの結果なので、その理解に歴史は不可欠
  - ▶ ただし、そのやり方は多様
- ▶ 「科学」がなんであるのかを明らかにすることが目標なので、最初から「科学」がなんであるのかわかっているわけではない。
  - ▶ 「科学史」は「科学の歴史」ではありえない

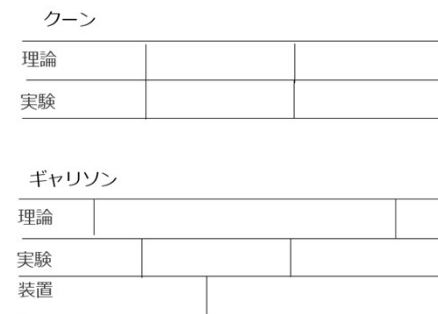
# トーマス・クーン 『科学革命の構造』 (1962)

- ▶ 現代の科学史の重要な出発点：これに対してどのように反対するか、という参照点
- ▶ 集団によって生み出されるものとしての科学
- ▶ パラダイム
  - ▶ まだ未解決な問題が残っていて、研究者を引き寄せて、持続的な支持者を形成、維持できるような研究成果
- ▶ 通常科学
  - ▶ 「ひとつまたはそれ以上の過去の成果——いずれかの科学コミュニティが、そのコミュニティのさらなる実践に基礎を供給するものとして当面認める科学的成果——に、しっかりと立脚して行われる研究」
  - ▶ パズル解きとしての科学
- ▶ 科学革命
  - ▶ パラダイムシフト



# クーンに対する批判の例

- ▶ ピーター・L・ギャリソン
- ▶ 高エネルギー物理学における視覚的伝統と論理的伝統
  - ▶ 霧箱、泡箱
  - ▶ ガイガーカウンター
- ▶ 高エネルギー物理学研究所における多様な文化の共同
  - ▶ 装置製作者／実験家／理論
  - ▶ 不連続点が一致しない
- ▶ 交易圏（Trading zone）の概念
  - ▶ 異分野の研究者がどのように共同研究できるか？
  - ▶ 異なる文化を持つ集団が部分的な理解に基づいてコミュニケーションをし、同じ研究所のなかでの共同作業に参加
  - ▶ ピジン 二か国語が混合された共通言語
- ▶ クーンのパラダイムのようなものは実態にあっていない



# 科学史における様々なアプローチ

## クーン以前

- ▶ 思想史：科学思想自体が思想を原因として自律的に発展
- ▶ 学説史：科学の研究成果として得られた学説の歴史
- ▶ 内在史：科学の内部の発展に着目（学説史と思想史）
- ▶ 外在史：科学をとりまく外的条件に着目（制度史、社会史、文化史）

## クーン以後

- ▶ 研究者集団への関心と、外／内の区別の消滅
- ▶ 新しい社会史（社会構築主義）とその乗り越え：利害関係や政治から研究内容を説明
- ▶ 研究実践の歴史：実験室研究など人類学的方法の導入
- ▶ 新しい文化史：意味や理解から研究内容に光を当てる
- ▶ アクターネットワーク理論：人間・非人間あるいは社会・自然の区別の撤廃
- ▶ 歴史的存在論・認識論：科学をめぐる様々な存在や認識のカテゴリーの形成を歴史的に研究する。たとえば「客観性」

# 主要な変化

## 昔の科学史研究

- ▶ 学説史や思想史
- ▶ 制度史

「科学者が何を考えていた（と書いていた）か？」

## 最近の科学史研究

- ▶ 研究実践とそれをとりまく環境との相互浸透

「研究従事者がどのような環境で、実際に何をし、それがどのような効果をもたらしたか？」

# 現在の科学史におけるいくつかの研究課題

- ▶ 研究実践を分析の焦点において、社会、文化、制度、理論、装置、など多様なカテゴリーをいったん解体して、再構成する
- ▶ 西洋中心主義からの脱却
  - ▶ 「科学革命史観」と拡散主義への批判
- ▶ 「科学」から「知識」へ
  - ▶ 知識はどのように生れ、循環し、変化をひきおこすか？
- ▶ 日本の科学史の現状
  - ▶ 思想史への偏重・西洋中心主義
  - ▶ 日本に関しては、制度史・社会史の研究が進む
  - ▶ 学説史も若干ある
  - ▶ 内在史と外在史が分離したまま



## 2. 『励起一仁科 芳雄と日本の原子 物理学』と科学史 における伝記につ いて

# 拙著『励起—仁科芳雄と日本の現代物理学』について

- ▶ 2023年7月18日、みすず書房から刊行
- ▶ 上下2巻
- ▶ なぜ、こんなに分厚い、しかも高価な本が書かれねばならなかったのか？
  - ▶ 日本の事例を対象に研究実践に焦点を置いたおそらく初めての本格的な研究書
  - ▶ 伝記というジャンルを研究をめぐる様々な要素を結合するものとして新たに用いる
  - ▶ 仁科芳雄個人ではなく、それをとりまく集団や制度や装置の歴史
  - ▶ 研究のカルチャーやインフラを作った存在としての仁科芳雄



# なぜ仁科芳雄が科学史において伝記が書かれるほど重要でありうるのか？

- ▶ アインシュタインやボーアほど、あるいは湯川秀樹や朝永振一郎ほど、重要な業績を残したわけではない。
- ▶ 科学思想において画期的であったわけでもない。
- ▶ 科学者の伝記が、重要な発見をした科学者についてのものだとすると、仁科について詳しい伝記が書かれるのがおかしい。
- ▶ しかしそもそも科学史とはそういうものか？



仁科記念財団所蔵

# 科学史における伝記は偉人伝でなければならないか？

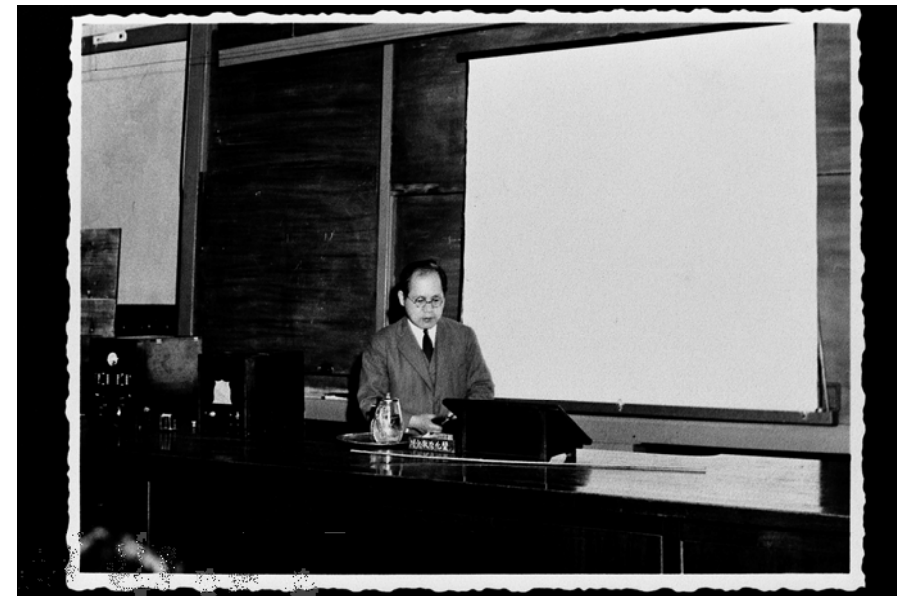
- ▶ 科学とは何かを探求するのが科学史
- ▶ だとすると、ボーアやアインシュタインのような例外的な人物についての伝記は、科学とは何かについての理解を助けない。
- ▶ むしろ誤解を招くのでは？
- ▶ 科学史における伝記は偉人伝である必要はない。
- ▶ 問題は、伝記を通して何を明らかにしたいか。



仁科記念財団所蔵

# 科学史における伝記

- ▶ 学問としての科学史出現以前から科学者の伝記は存在
- ▶ 科学史が学問になる過程で、伝記はいったん否定される
  - ▶ 学説史・思想史にとってはあまり伝記的事実は関係ない
  - ▶ 社会史・制度史は個人を対象にしない
- ▶ 『科学革命の構造』以降も
- ▶ 実践論的転回・文化論的転回以降、再評価
  - ▶ 実践とその文脈を結び付けて分析するのに良い形式
  - ▶ 社会的、文化的、科学的文脈の非常に詳しい分析を伴う
  - ▶ 様々な要素の結節点としての個人



仁科記念財団所蔵

# 『励起』の方法論の基礎



里庄・仁科会館にて講演者  
撮影（2021年12月16日）

- ▶ 「環境は人を創り 人は環境を創る」
- ▶ 時代状況と個人との相互作用
- ▶ より適切には内部作用 (intra-action)

# 目次

## 上巻

- ▶ I 出自と基礎
  - 第1章 里庄の仁科家
  - 第2章 少年時代と進路の決定
  - 第3章 東京帝大工科大学時代
  - 第4章 理化学研究所へ、そして物理学へ
- ▶ II 渡欧時代
  - 第5章 欧州留学と英独物理学
  - 第6章 コペンハーゲンの物理学
  - 第7章 相補性とクライン=仁科の式
- ▶ III 量子力学の伝道
  - 第8章 仁科の帰国と新世代の物理学者たち
  - 第9章 量子力学の伝道者たち
  - 第10章 仁科研究室創設と「コペンハーゲン精神」
  - 第11章 エックス線から宇宙線・原子核へ
  - 第12章 理論研究の始まり
  - 第13章 台北と大阪の原子物理学
  - 第14章 量子力学の哲学と戦前日本の知識人たち
  - 第15章 ボーアの来日と相補性

## 下巻

- ▶ IV 研究の開花と巨大科学への道
  - 第16章 学振第一〇小委員会と宇宙線中の新粒子
  - 第17章 原子核物理と小サイクロトロン
  - 第18章 生物・医学研究者として
  - 第19章 中間子理論と素粒子論グループ——湯川・朝永・坂田と仁科
  - 第20章 六〇インチ・サイクロトロンの建設
- ▶ V 戦争
  - 第21章 総動員下の学術政策
  - 第22章 理研における戦時核エネルギー研究
  - 第23章 原爆投下と被害調査
- ▶ VI 戦後と復興
  - 第24章 サイクロトロンの破壊とラジオアイソトープの輸入
  - 第25章 学術体制刷新運動と日本学術会議
  - 第26章 理研所長から科研社長へ
  - 第27章 学術外交と死
  - 第28章 遺産
- ▶ あとがき

# 『励起』のうち今回取り上げる部分

- ▶ 全体の1 / 4ぐらい
- ▶ コペンハーゲンのボーアのグループ
  - 6章 コペンハーゲンの物理学
- ▶ 仁科のグループ
  - 10章 仁科研究室創設と「コペンハーゲン精神」
- ▶ 仁科のグループが生み出した知（主に理論物理学を中心に）
  - 12章 理論研究の始まり
  - 19章 中間子理論と素粒子論グループ——湯川・朝永・坂田と仁科



### 3. 仁科芳雄の役割と知識のインフラストラクチャーという視点

# 仁科芳雄とはなにか？

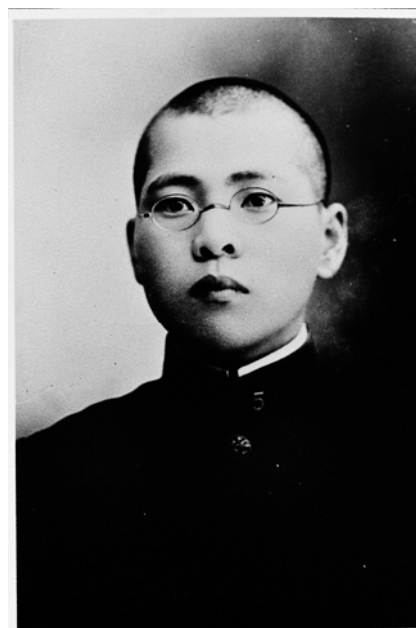
- ▶ クライン=仁科の式で知られる、日本で最初に量子力学以降の現代物理学に貢献した物理学者。
- ▶ 『励起』が示すのは、仁科はそれよりもはるかに大きな存在であるということ
- ▶ 「日本の現代物理学の父」と書かれることがあるが、それは具体的にどういうことなのか



不明 - [1], パブリック・ドメイン,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15612019>による

# 年譜

- ▶ 仁科芳雄（1890–1951）
- ▶ 1890年岡山県里庄町（当時は里庄村）で生まれる
- ▶ 岡山中学、第六高等学校を経て、東京帝国大学工学部電気工学科で学ぶ
- ▶ 1918年 前年に設立された財団法人理化学研究所研究生となる
- ▶ 1922年 ヨーロッパ留学。まずロンドン、ケンブリッジ、ベルリン、ゲッチンゲンに滞在
- ▶ 1923年 4月よりコペンハーゲン滞在
- ▶ 1928年12月 日本に帰国 同じ年にクライン＝仁科の公式
- ▶ 1931年 理化学研究所仁科研究室設立
- ▶ 1946年 理化学研究所所長
- ▶ 1948年 株式会社科学研究所設立
- ▶ 1951年 死去



仁科記念財団所蔵

# 仁科芳雄の主要な業績：科学上の業績

- ▶ 理論物理学
  - ▶ クライン=仁科の式
    - ▶ ポール・ディラックの相対論的電子論に基づいたコンプトン散乱の式。ディラックの理論の最初の具体的な応用であり、実験的検証の基礎となった。
- ▶ 宇宙線研究
  - ▶ ミューオンの発見への貢献など
- ▶ 生物学関係
  - ▶ 生物への放射線の影響など
- ▶ 原子核実験・サイクロトロン関係
  - ▶ サイクロトロンの建設
    - ▶ 1937年に27インチのサイクロトロンを建設（アメリカの外で最初期のサイクロトロン）
  - ▶ ウラン235の対称核分裂の発見
  - ▶ ラジオアイソトープ関係

# クライン=仁科の式

- ▶ 電子に光が当たったときに、どのように光が変化して出てくるかを表す式
- ▶ 相対性理論の効果を考慮に入れている
- ▶ 日本の物理学者が量子力学の研究に貢献した初期（2番目）の例



オスカル・クライン (1897 - 1977)

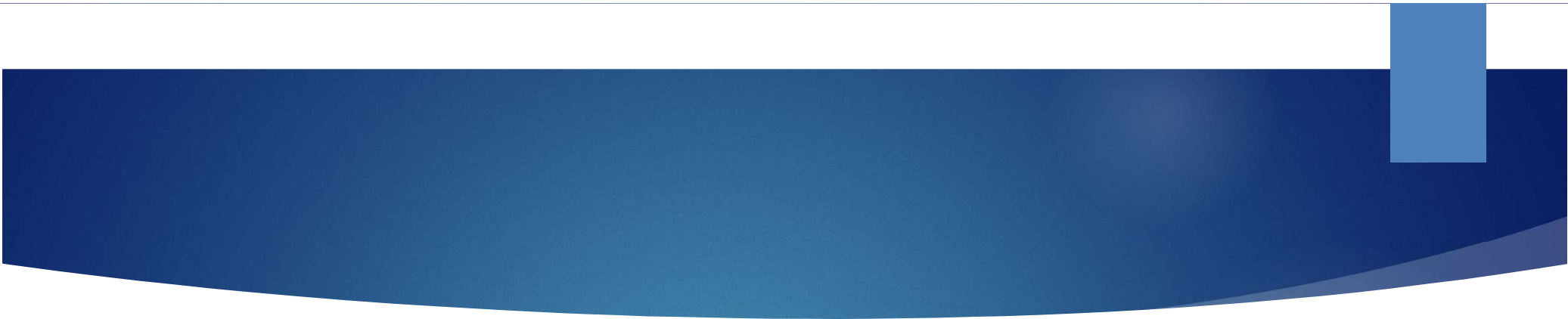
en.wikipedia から Commons に Magnus Manske によって CommonsHelper を用いて移動されました。Original uploader was QueenAdelaide at en.wikipedia, パブリック・ドメイン,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4307301>による

## Über die Streuung von Strahlung durch freie Elektronen nach der neuen relativistischen Quantendynamik von Dirac.

Von O. Klein und Y. Nishina in Kopenhagen.  
(Eingegangen am 30. Oktober 1928.)

Auf Grund der neuen, von Dirac entwickelten relativistischen Quantendynamik wird die Intensität der Comptonstreuung berechnet. Das Resultat zeigt Abweichungen von den entsprechenden Dirac-Gordonschen Formeln, die von der zweiten Größenordnung hinsichtlich des Verhältnisses der Energie des primären Lichtquants zu der Ruheenergie des Elektrons sind.

Einleitung. Auf Grundlage der älteren Form der relativistischen Quantenmechanik haben Dirac\* und Gordon\*\* eine Theorie der Intensität und Polarisation der Comptonstreuung entwickelt, die für nicht zu kurzwellige Strahlung in guter Übereinstimmung mit der Erfahrung zu sein scheint. Nach der kürzlich von Dirac\*\*\* entwickelten neuen relativistischen Quantendynamik, bei der die mit der Eigenrotation des Elektrons zusammenhängenden Erscheinungen von selbst berücksichtigt werden, hat sich die Grundlage für eine Theorie der Streuung des Lichtes an freien Elektronen geändert, und man kann erwarten, daß auch die Ergebnisse der Dirac-Gordonschen Theorie des Comptoneffekts hiervon beeinflusst werden. In der vorliegenden Arbeit haben wir versucht, das Problem der Streustrahlung bei freien Elektronen auf Grundlage von Diracs neuer Dynamik des Elektrons in Angriff zu nehmen. Wir haben uns hierbei der von Gordon gegebenen Behandlung angeschlossen, die auf einer korrespondenzmäßigen Verwertung der Wellenmechanik beruht. Man wird erwarten, daß die von Dirac gegebene Strahlungstheorie, die



しかし、仁科のなしとげたもっとも重要なことはそれではない。

## 朝永振一郎による仁科評（1）

「先生によって我々にもたらされたものは、学問的な発見よりも、サイクロトロンよりも、もっと貴重なものである。先生はわれわれの間に物理学的研究の近代的な方法に対する自覚をもたらされた。」



Nobel foundation -  
<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1965/tomonaga/facts/>, パブリック・ドメイン,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6138962>による

## 朝永振一郎による仁科評（２）

「実際、先生の行き方は、仕事の実績よりも、まず必要なその土台を作ることにあつた。この土台を作る仕事があまりに困難であつて、それだけで手一杯であつたのである。この困難はその時の日本の国情が負わねばならぬものである。当時大サイクロトロンを作るとなると、理研の原子核研究の全スタッフは、金策、資料集め、うけおい工場との交渉から、当然エンジニアのやるべき多くの仕事まで引受けねばならなかつた。それらの人々が出来上がって運転している小サイクロトロンを見すてねばならなかつた理由はここにある。要するにわれわれは貧乏ひまなしであつた。」



Nobel foundation -  
<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1965/tomonaga/facts/>, パブリック・ドメイン,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6138962>による



## 朝永振一郎による仁科評（3）

「まず土台を作るという先生の行き方であったから、そして、それだけで全勢力をうばわれてしまうのであるから、実際の研究の上で先生が独創的な考えをもって何事か説明されたり、するどいひらめきで仕事を進められるというところまでに至らなかったのは残念である。」

（朝永振一郎「仁科先生」『朝永振一郎著作集 2』、みすず書房、1982、2001、219-224）



Nobel foundation -  
<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1965/tomonaga/facts/>, パブリック・ドメイン,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6138962>による

# 仁科芳雄の重要な役割 = 偉大なオーガナイザー

次の世代の人たちが研究を発展させていくための土台を作った

「研究のインフラストラクチャー」を作った

# インフラストラクチャー

- ▶ 下部構造
- ▶ 基盤となるもの=人工的な環境
- ▶ 例：
  - ▶ 学校、病院、道路、港湾、工業用地、公営住宅、橋梁、鉄道路線、バス路線、上水道、下水道、電気、ガス、通信網
- ▶ 建設するだけでなく、維持することが必要
- ▶ 目立たないけれど、無いとみんな困る



# 知識のインフラストラクチャー



Geoffrey C. Bowker & Susan Leigh Star, *Sorting Things Out: Classification and Its Consequences* (MIT Press, 2000)



ポール・エドワーズ（堤之智 訳）『気候変動社会の技術史：気候モデルと観測データと国際政治』（日本評論社, 2024年 原著 2013年）

# 『励起』の方法論

- ▶ 仁科個人だけでなく、仁科が創った知識生産のインフラストラクチャーに集まった集団を対象とする
- ▶ 仁科の思想よりもむしろ実践に重点を置く。
- ▶ 環境と個人を相互作用するもの、あるいは不可分のものとすることによって、内外二元論から脱却する。



仁科記念財団所蔵

# なぜ仁科芳雄か？

- ▶ 量子力学の日本への導入に重要な役割
- ▶ 日本で非常に生産的な研究グループをつくり、多くの弟子を育て、その後の研究の種をまいた
- ▶ その後の日本の物理学の研究伝統の一つの源流
- ▶ 研究そのものよりも、研究を可能にする「土台」、知識生産のインフラを形成したリーダー

## 4. コペンハーゲンとニールス・ボーア

# コペンハーゲンでの研究

- ▶ 仁科芳雄は1923年から1927年まで、および1928年にコペンハーゲンに滞在
- ▶ エックス線分光学の研究に従事
- ▶ そこでニールス・ボーア流の研究所運営を目撃する



仁科記念財団所蔵



# ニールス・ボーアと「コペンハーゲン精神」

- ▶ ニールス・ボーア (1885–1962)
  - ▶ デンマークの物理学者。原子のボーア模型で有名。
- ▶ コペンハーゲンの彼の研究所に世界各国から多くの若い物理学者が集まり、量子論・量子力学発展の中心地に



The American Institute of Physics credits the photo [1] to AB Lagrelius & Westphal, which is the Swedish company used by the Nobel Foundation for most photos of its book series Les Prix Nobel. - Niels Bohr's Nobel Prize biography, from 1922, パブリック・ドメイン, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=288274>による

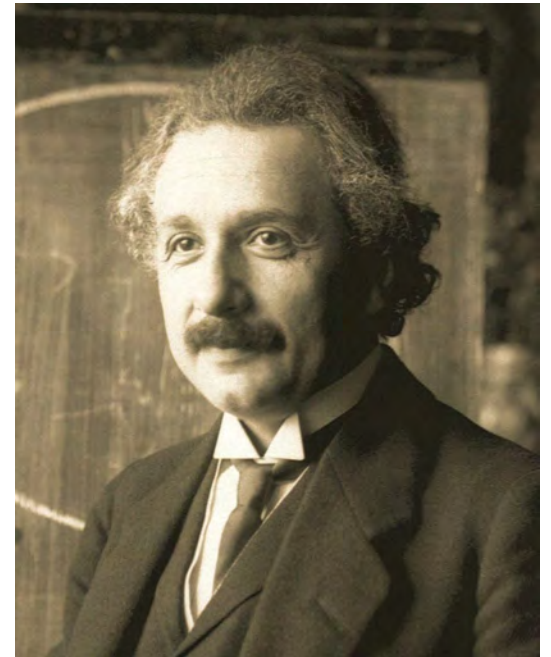
# コペンハーゲン精神

- ▶ ボーアの研究所の若い研究者たちの文化
  - ▶ 分け隔てのない自由活発な議論
- ▶ 研究活動と遊びの融合
  - ▶ テニス、卓球、チェス
  - ▶ 映画
  - ▶ 子供っぽいいたずら
  - ▶ 冗談物理学
- ▶ 協力の精神
  - ▶ 科学における国際協力
  - ▶ 学際的な共同研究
- ▶ ジョージ・プラツェックのいたずら
  - ▶ 研究所のトイレに中から鍵をかけて、窓から出てしまう。
- ▶ プラツェックとカシミア
  - ▶ 研究所へいく近道をするのに、湖を泳いでいけるかどうか賭け
- ▶ 課外活動
  - ▶ 映画
  - ▶ 散歩・ハイキング

# アインシュタインによる「科学の殿堂」

「科学の殿堂には多様な側面があり、そこにいる人たちも、そこへ彼らを導いた動機も実にさまざまである。自分たちの知力の優越性に喜びを感じて、科学に熱中する者は多い。彼らにとって科学は自らにふさわしいスポーツであり、生き生きとした体験と野心の充足をもたらすべきものである。」

（1918年のマックス・プランク生誕60年を記念するベルリン物理学会におけるスピーチ（Einstein, Albert, “Prinzipien der Forschung : Rede zum 60. Geburtstag von Max Planck,” Carl Seelig, ed., Albert Einstein: Mein Weltbild (reprint, Ullstein, 2019) , pp. 119–122. ）



フェルディナンド・シュムツァー -  
[http://www.bhm.ch/de/news\\_04a.cfm?bid=4&amp;jahr=2006](http://www.bhm.ch/de/news_04a.cfm?bid=4&amp;jahr=2006), パブリック・ドメイン, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1089438>による

# オットー・フリッシュの観察

なぜ科学者こういういたずらで時間をつぶすのか

「科学者と子供は、一つ共通点がある。それは好奇心をもっていることだ。よい科学者であるためには、子供時代のこの特徴を保っていなければならない。ただ、一つの特徴だけを維持するのは容易ではないかもしれない。科学者は子供のように好奇心が旺盛でなければならない。そこで、科学者がほかの子供の特徴からも成長しきれないのは無理からぬことかもしれない。」

# ボーアのグループを支えた外的な条件

- ▶ デンマークは第一次世界大戦の中立国
  - ▶ ドイツの研究者が英米の研究者と交流
  - ▶ ドイツの重要な研究拠点
    - ▶ ゲッチンゲン、ベルリン、ミュンヘン
  - ▶ イギリスの重要な研究拠点
    - ▶ ケンブリッジ
- ▶ デンマーク国内でのボーアの名声
  - ▶ デンマーク政府および民間助成団体の支援
  - ▶ ラスク=エールステッド財団
  - ▶ カールスバーグ財団
- ▶ アメリカによる財政支援
  - ▶ 若い研究者の「ポストドク」研究の場所に
  - ▶ ロックフェラーなど、博愛財団の支援



仁科記念財団所蔵

# コペンハーゲンと仁科

仁科はボーアの研究所の空気に溶け込む



仁科記念財団所蔵



仁科記念財団所蔵

# コペンハーゲンと仁科（ボーアの別荘？）



仁科記念財団所蔵

## 5. 帰国後の仁科 芳雄と量子物理学 研究のインフラス トラクチャー作り



# 仁科芳雄の帰国

- ▶ 1928年10月にコペンハーゲンを再び去る
- ▶ 英国でディラックを訪問したあとフランスからアメリカへ
- ▶ 研究者を訪問しつつアメリカを横断
- ▶ 1928年12月21日横浜に到着（38歳）



# 仁科研究室の設立

- ▶ 1931年7月1日に理化学研究所主任研究員に任命
- ▶ 理化学研究所の主任研究員は研究室を主宰し、予算と人事に大きな自由裁量を持つ
- ▶ ここで仁科は次の分野の研究グループを形成
  - ▶ 量子力学（理論物理）
  - ▶ X線 仁科研初期のみ
  - ▶ 宇宙線 電離箱および霧箱
  - ▶ 原子核 ラジウムなどの放射線源からサイクロトロンへ
  - ▶ 医学・生物学 トレーサー法・遺伝学



仁科記念財団所蔵

# 仁科の作った研究のインフラストラクチャー

- ▶ 物理的なインフラ
  - ▶ 建物・装置・物質
- ▶ 非物理的なインフラ
  - ▶ 研究室のカルチャー
  - ▶ 国内外のネットワーク



仁科記念財団所蔵

# 研究のインフラストラクチャー（1）

- ▶ 研究室を取巻く環境やネットワーク
  - ▶ 理化学研究所
  - ▶ 国内外の研究機関、研究グループとのネットワーク
  - ▶ 学術会議
  - ▶ 国際機関

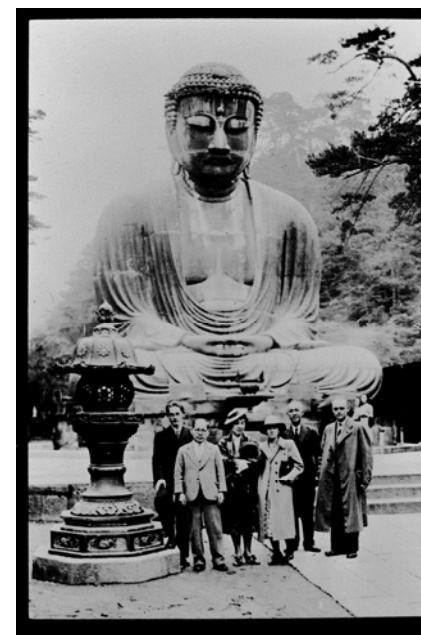


仁科記念財団所蔵

# 外国からの研究者の歓迎

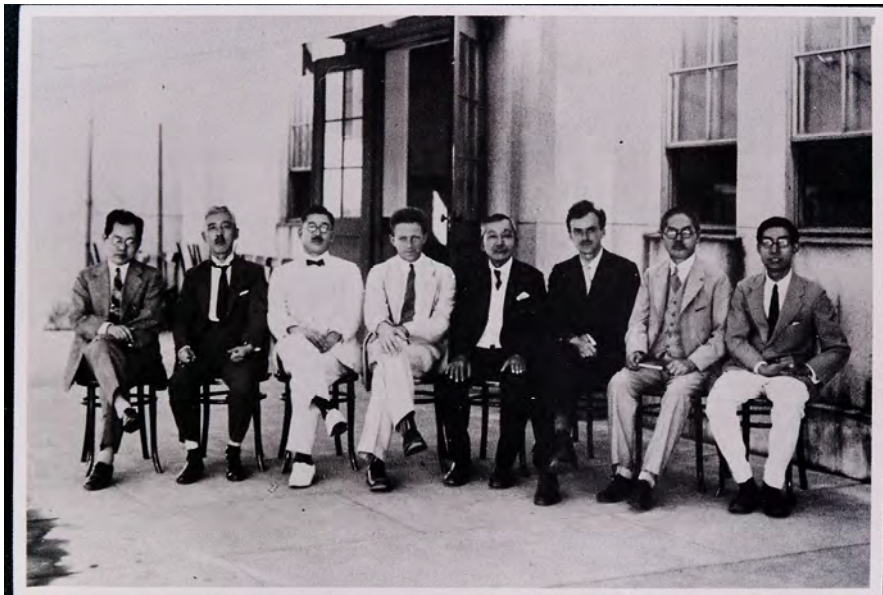


仁科記念財団所蔵



仁科記念財団所蔵

# ハイゼンベルクとディラックの来日 (1929)

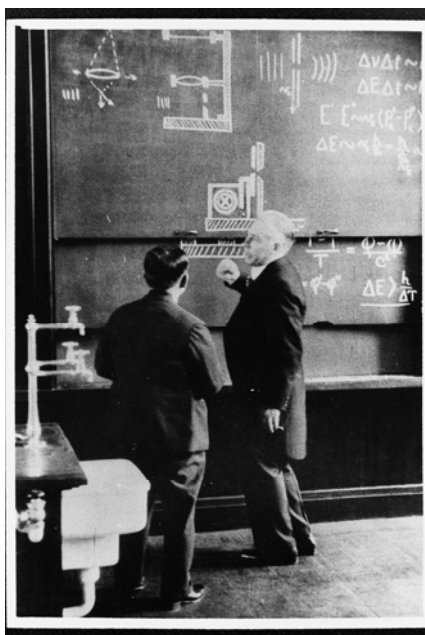


仁科記念財団所蔵



仁科記念財団所蔵

# ニールス・ボーアの来日 (1937)



仁科記念財団所蔵



仁科記念財団所蔵



仁科記念財団所蔵

# ニールス・ボーアの来日（1937） 鎌倉



仁科記念財団所蔵



# 国外の友人たち（ケリーとラビ）

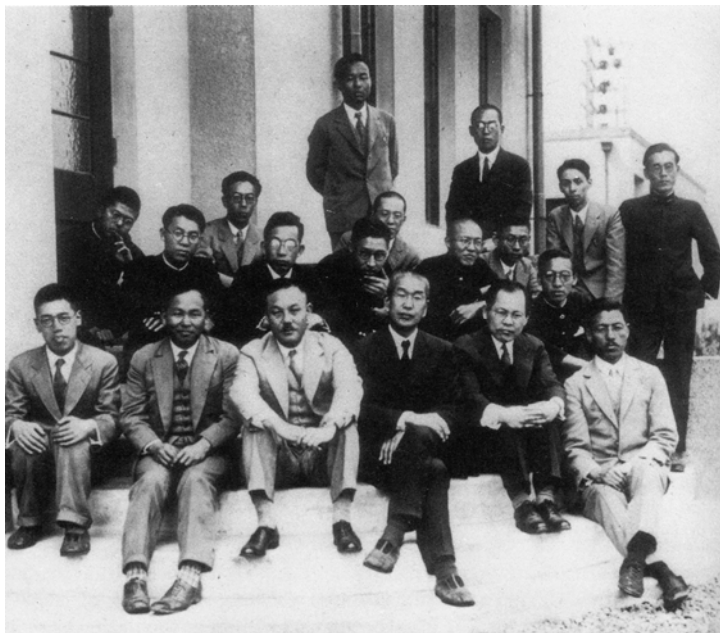


仁科記念財団所蔵



仁科記念財団所蔵

# 他大学とのネットワーク



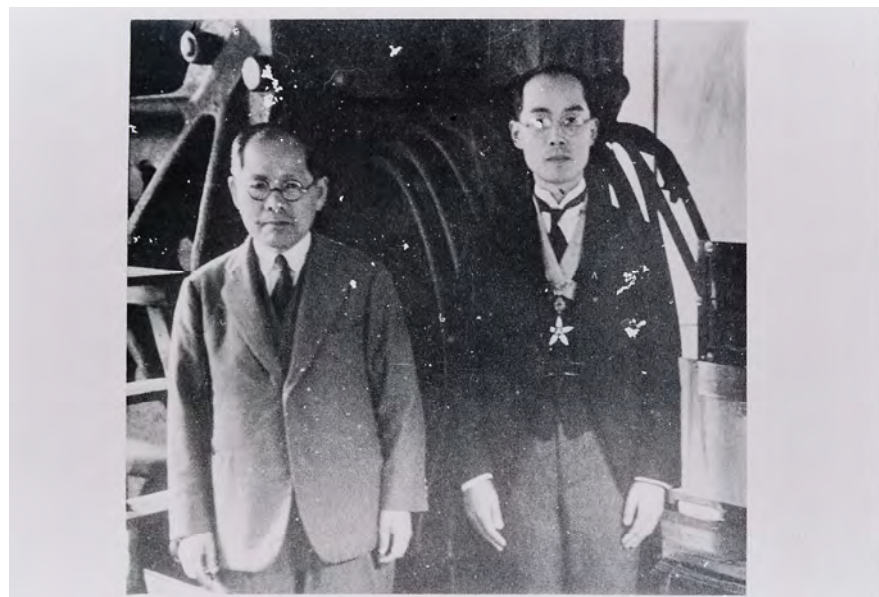
- ▶ 東北大学訪問時の写真と思われる

仁科記念財団所蔵

# 湯川秀樹文化勲章受章（1943年）（1）



仁科記念財団所蔵



仁科記念財団所蔵

# 湯川秀樹文化勲章受章（1943年）（2）



仁科記念財団所蔵

## 研究のインフラストラクチャー（2）

- ▶ 仁科研における装置・物質・建物
  - ▶ 宇宙線計
  - ▶ ガイガーカウンター
  - ▶ サイクロトロン
  - ▶ 49号館
  - ▶ ラジオアイソトープ



仁科記念財団所蔵

# ガイガーカウンター・宇宙線計

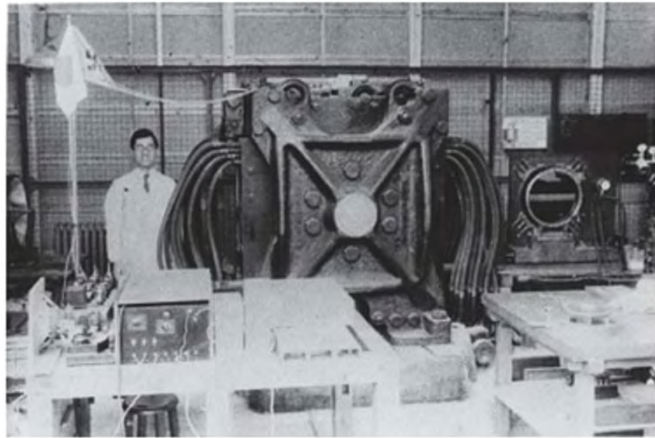


里庄・仁科会館にて、講演者が撮影（2021年12月16日）

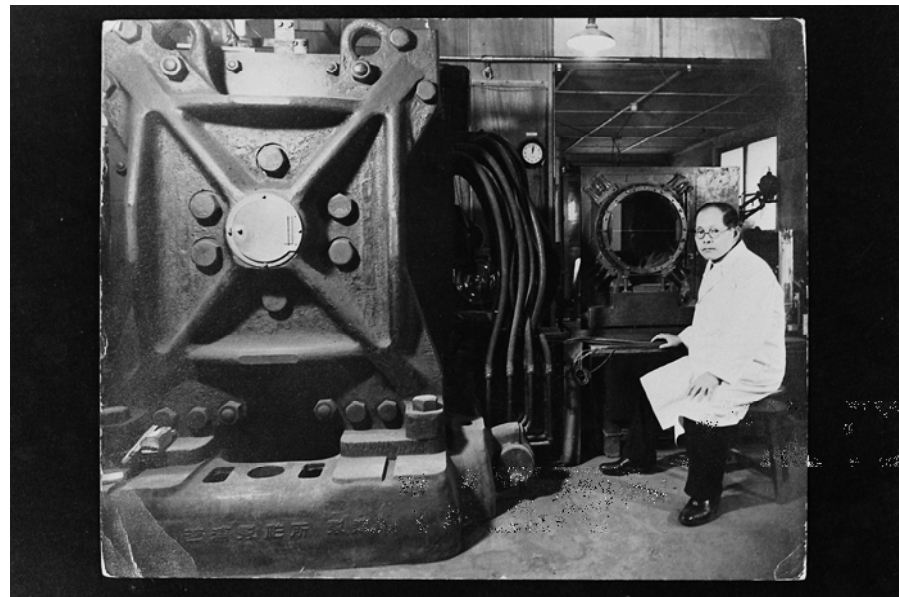


仁科記念財団所蔵

# 霧箱

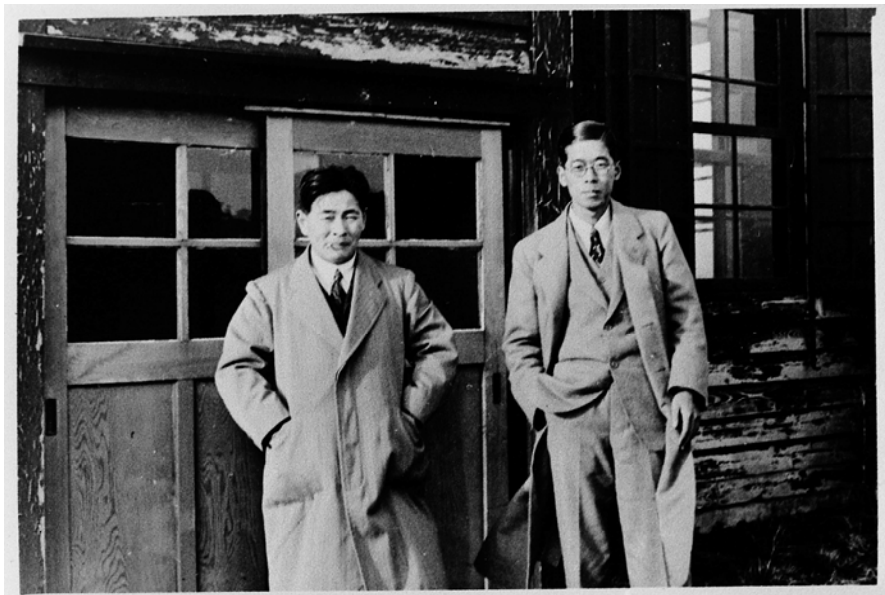


仁科記念財団所蔵

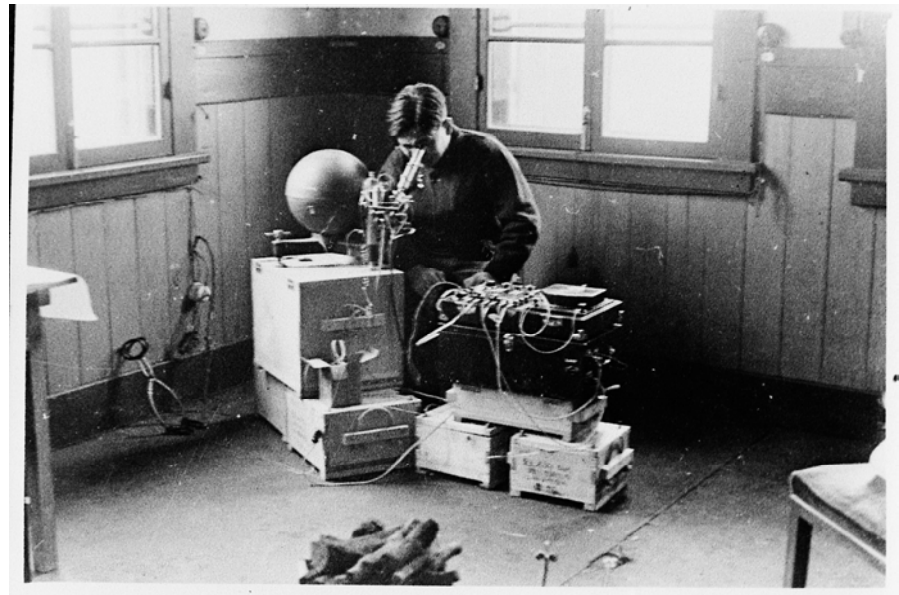


仁科記念財団所蔵

# 斜里岳における観測小屋？



仁科記念財団所蔵



仁科記念財団所蔵

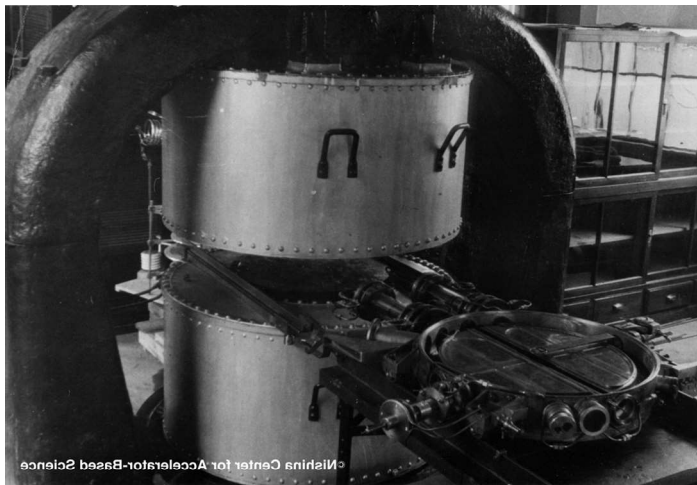


# 清水トンネルにおける宇宙線観測

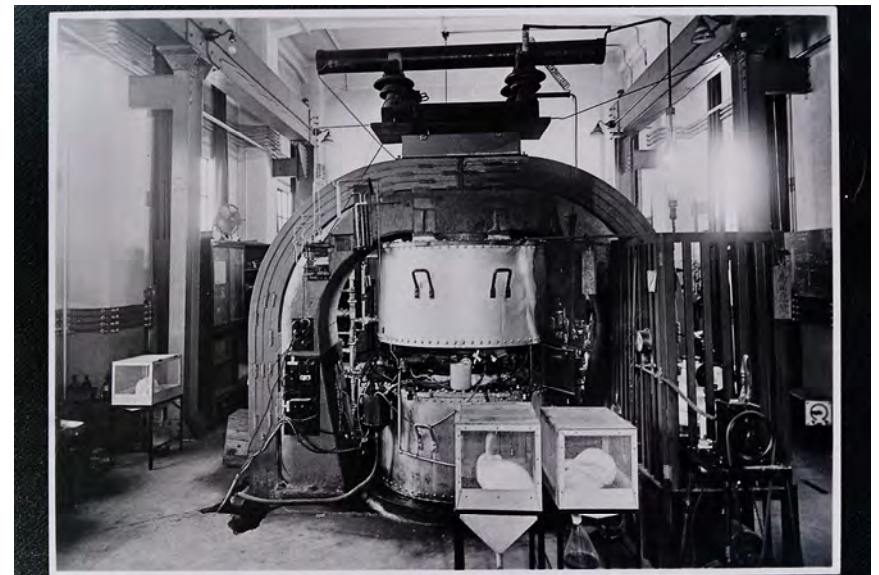


仁科記念財団所蔵

# 小サイクロトロン

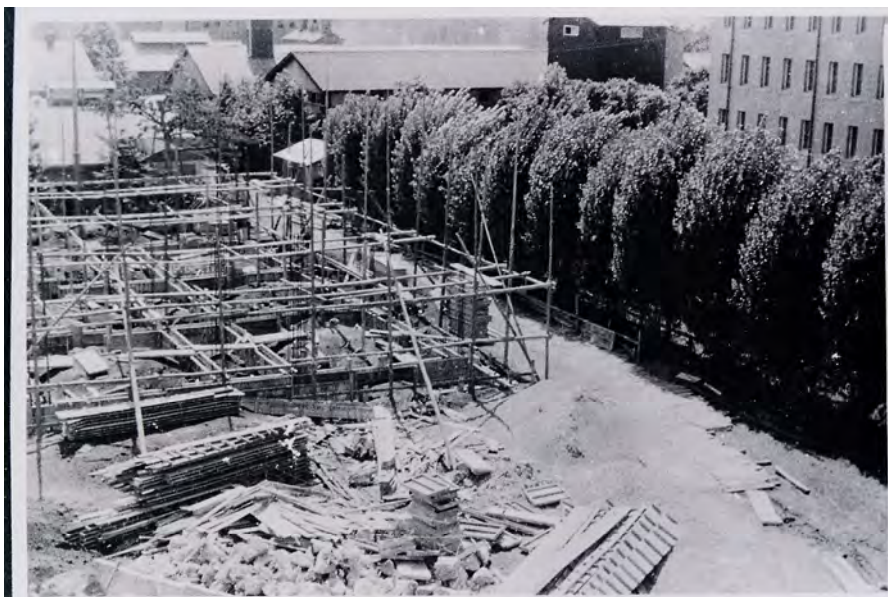


Yoshio Nishina(Life time: 1890 – 1951) - Original publication:  
RIKEN Immediate source:  
[https://www.nishina.riken.jp/researcher/archive/history\\_e.html](https://www.nishina.riken.jp/researcher/archive/history_e.html), パブリック・ドメイン,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=90614683>による



仁科記念財団所蔵

# 建物



仁科記念財団所蔵

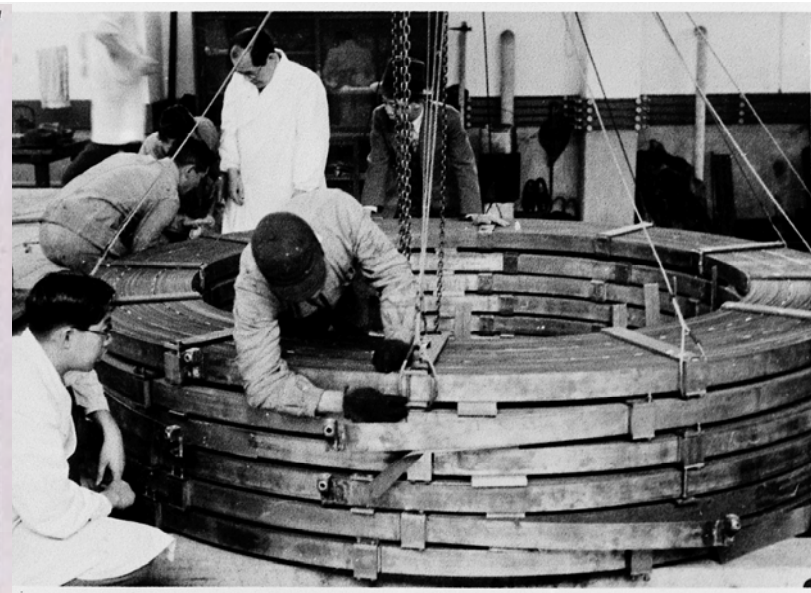


仁科記念財団所蔵

# マグネット

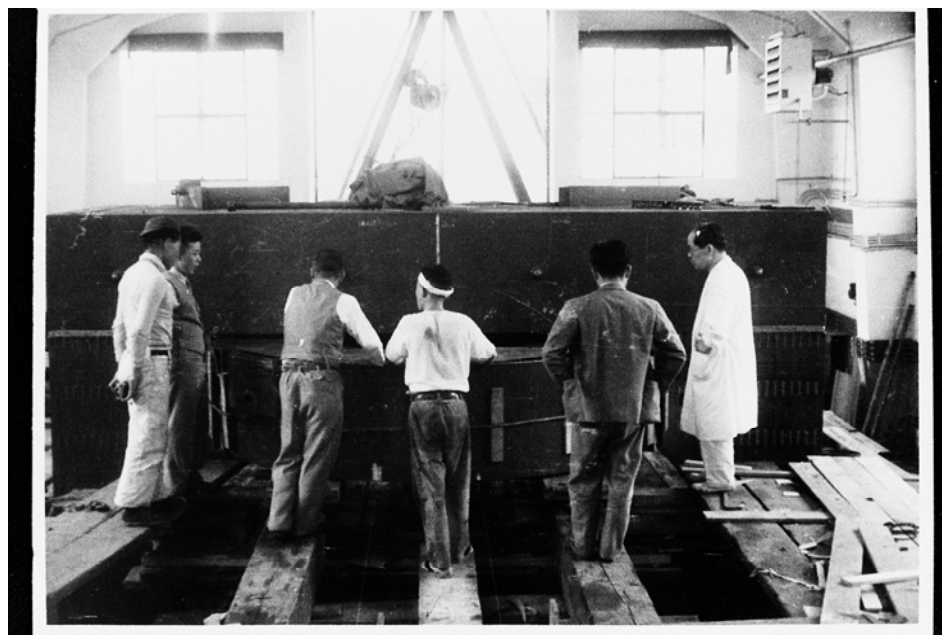


仁科記念財団所蔵



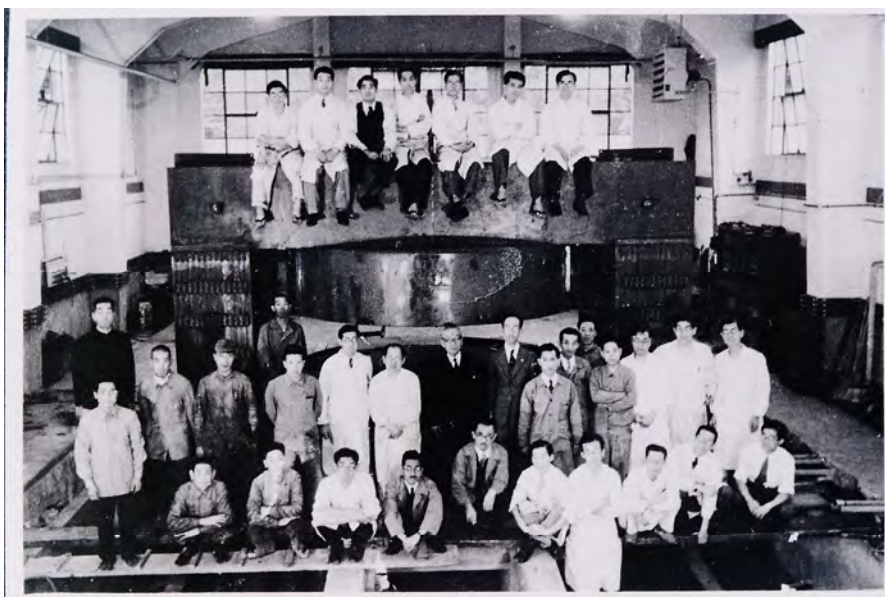
仁科記念財団所蔵

# 足場・組み立て

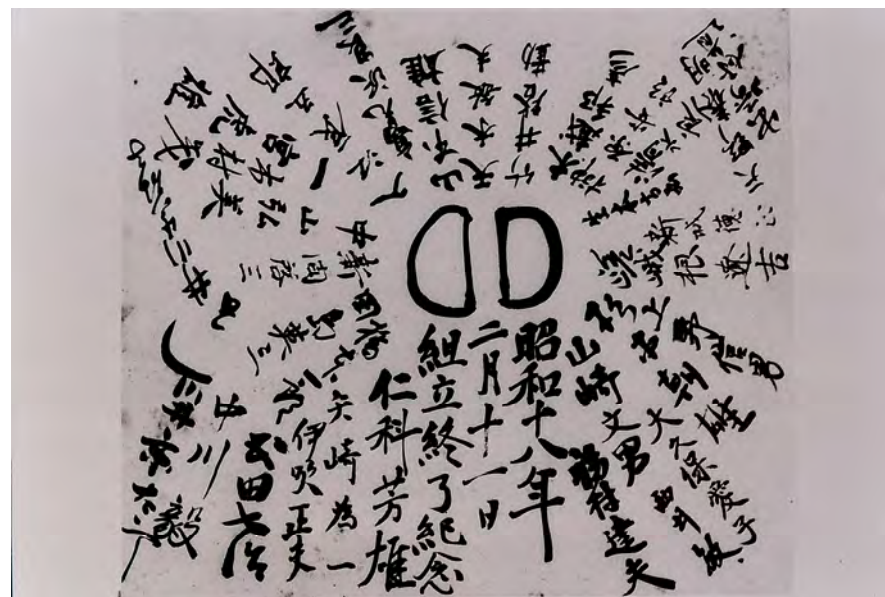


仁科記念財団所蔵

# 完成

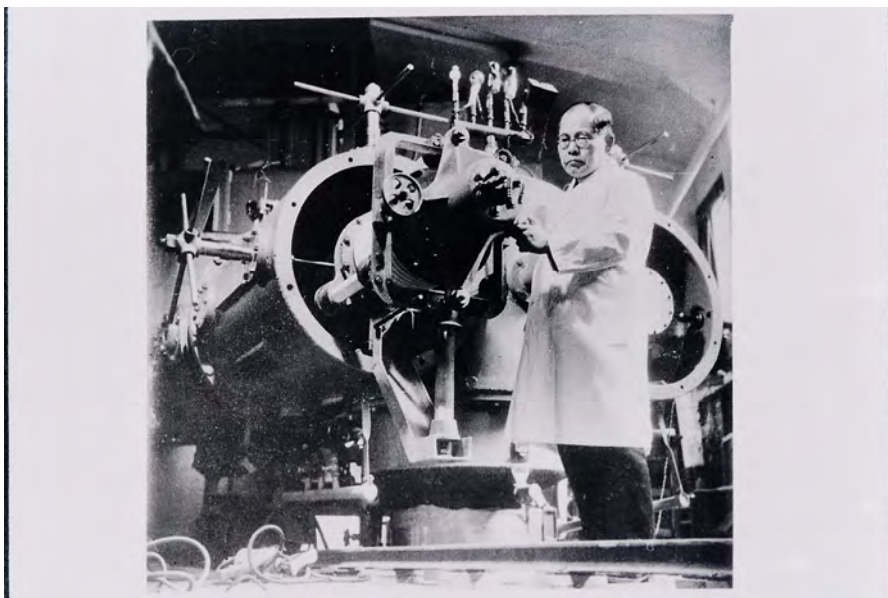


仁科記念財団所蔵

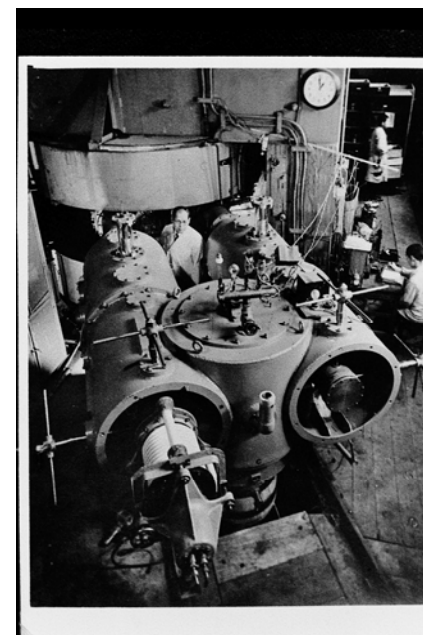


仁科記念財団所蔵

# 改造（四分之一波長導波管）

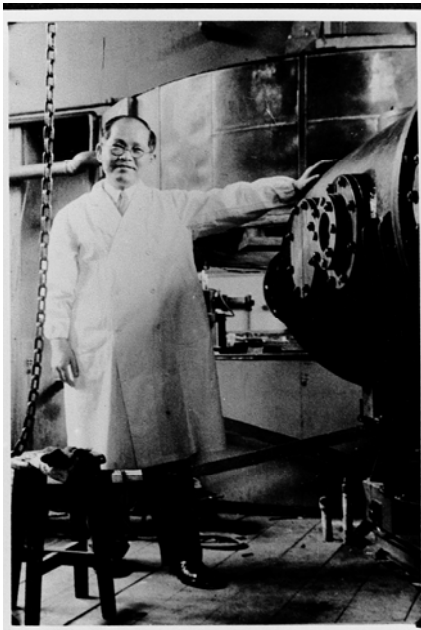


仁科記念財団所蔵

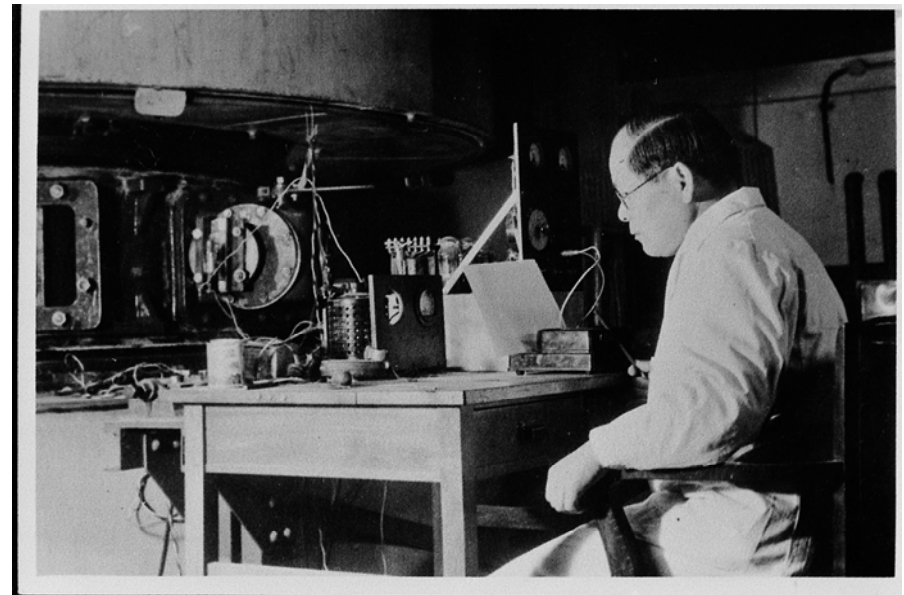


仁科記念財団所蔵

# 実験



仁科記念財団所蔵



仁科記念財団所蔵



# ラジオアイソトープ



仁科記念財団所蔵



仁科記念財団所蔵



# 研究のインフラストラクチャー（3）

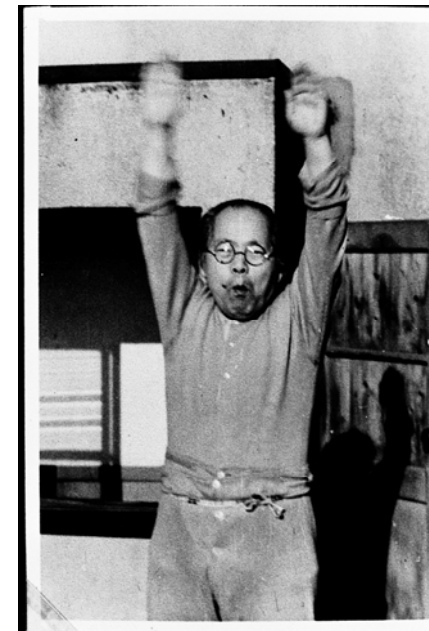
- ▶ 仁科研における研究文化
  - ▶ 「科学者の自由な楽園」
  - ▶ 議論好き
  - ▶ 歯に衣着せぬ活発な討論



仁科記念財団所蔵

# 「コペンハーゲン精神」の再解釈：科学的実践の共鳴

- ▶ 「コペンハーゲン精神」というと、コペンハーゲンから持ち帰ることのできるようなものであるかのよう
- ▶ 実際に必要だったのは、ボーアのグループでなされていた研究実践を日本で（ある程度）再現すること
- ▶ 「精神」などの心的な要素は、実践を再現するのに役にたったかもしれない要因の一部に過ぎない。



仁科記念財団所蔵

# 朝永振一郎の回想

- ▶ 「理化学研究所で驚いたことは、その全く自由な空気である。先生たちも若いものも、お互いに全然遠慮なく討論するそのありさまである。それからまた東京の連中の頭の回転の早いことである。ゼミナールはこの遠慮のない、血のめぐりの早い連中の全く形式も儀礼も無視した討論で、生き生きと進でいく。なかでも菊池正士さんとか藤岡由夫さんとかいう駿才は、無遠慮然においてその雄たるものであった。また、この二人の、外遊から帰って来たての何か新鮮なふんいきは大変に印象的であった。」（上巻360頁）



仁科記念財団所蔵

# 武谷の回想

- ▶ 「討論になると、昼すぎから夕食抜きで一〇時ごろまでぶっ続けに、若い研究員を相手にむきになって「そんなことがあるか。どうしてそうなるんだ」といった調子でやられる。たいへんな人だなあと思ったものだ」（上巻360頁）



朝日新聞社 - 『アサヒグラフ』 1949年5月4日号, パブリック・ドメイン,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=34767667>による

# 仁科の弟子たちとそのあだ名

- ▶ 嵯峨根遼吉 ガネさん
- ▶ 竹内 証 ゲタヤ
- ▶ 朝永振一郎 シャコ
- ▶ 坂田昌一 凡児さん
- ▶ 小林 稔 ひねるさん
- ▶ 玉木英彦 えいぼこ
- ▶ 杉本朝雄 げじ
- ▶ 富山小太郎 タンクさん
- ▶ 福田信之 ヘルツ
- ▶ 木越邦彦 青大将
- ▶ 山崎文男 ドンチャン
- ▶ 渡邊慧 ケーさん
- ▶ 田島栄三 タンちゃん



仁科記念財団所蔵

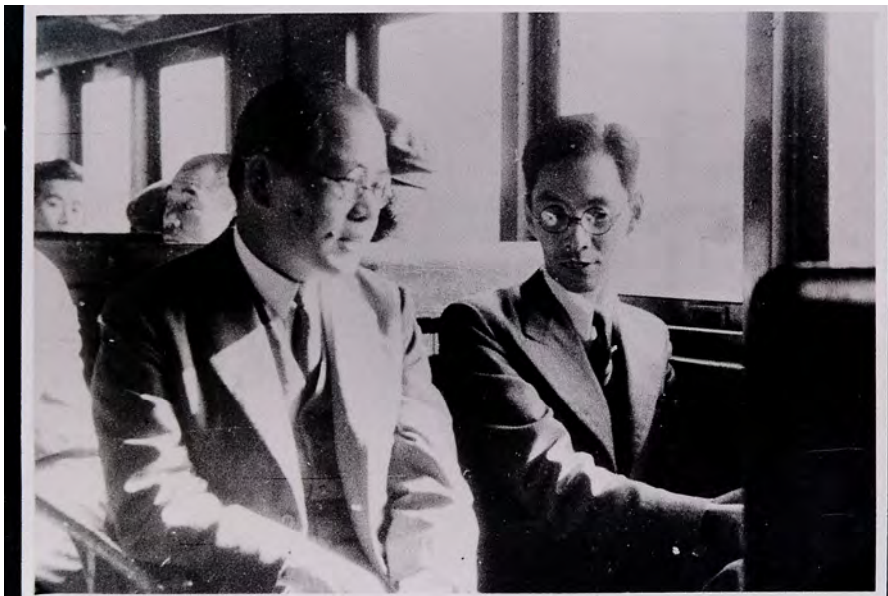
# 仁科研を可能にした条件

- ▶ 理研自体の財政条件
  - ▶ もともと自由な環境
- ▶ 物理学の発達状況
  - ▶ 新しい物理学の初期
- ▶ 新世代の物理学者の成長
  - ▶ アインシュタイン来日の洗礼を受けた世代
- ▶ メンバーの均質性・多様性
  - ▶ 大部分は帝大卒男性・大学関係者の出身
  - ▶ ただし、東京帝大だけでなく、京大、北大、工大も
  - ▶ 若干の留学生・外国人研究員



仁科記念財団所蔵

# ブドウ狩り（1）



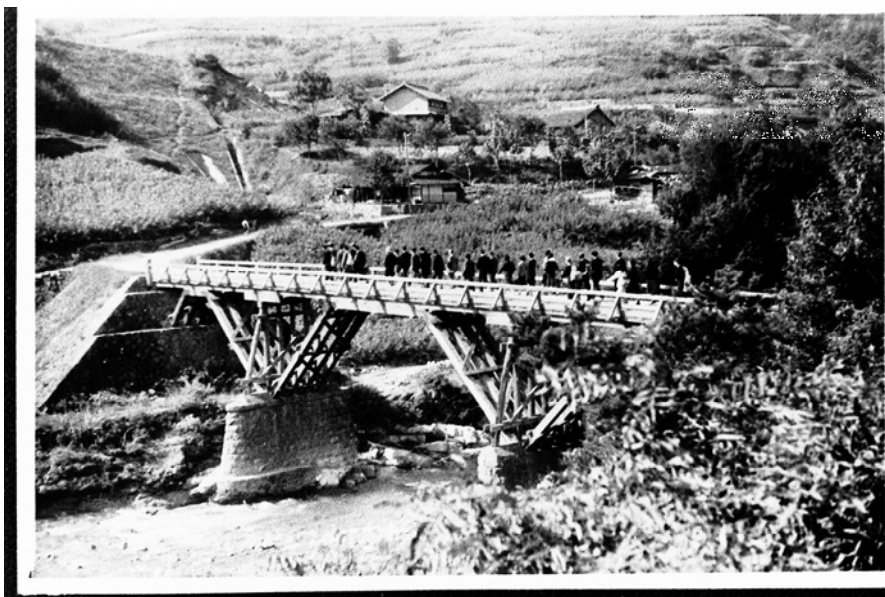
仁科記念財団所蔵



仁科記念財団所蔵



## ブドウ狩り（２）



仁科記念財団所蔵



仁科記念財団所蔵

# ブドウ狩り（3）



仁科記念財団所蔵



仁科記念財団所蔵

# ブドウ狩り（４）



仁科記念財団所蔵



仁科記念財団所蔵

# ハイキング（1）



仁科記念財団所蔵



仁科記念財団所蔵

## ハイキング（2）



仁科記念財団所蔵



仁科記念財団所蔵

# ハイキング (3)



仁科記念財団所蔵



仁科記念財団所蔵

# 6. 日本の量子物 理学研究と仁科研 理論班

# よくある間違い

- ▶ 「仁科芳雄が量子力学をコペンハーゲンから日本にもちこんだ」
- ▶ 実際に仁科が量子力学をシステムティックに勉強したのはコペンハーゲンではなく、ハンブルクのパウリのもと（1927年から1928年）
- ▶ 量子力学の理論自体は、仁科が帰国する前から、日本で勉強されていた
- ▶ 仁科が日本に持ち込んだのは、量子力学よりもそのすこし後の（とくにディラックの相対論的電子論など）を含む量子物理学の発展
- ▶ とくに重要なのは欧米における量子物理学の研究実践を日本で始めさせたこと



# 杉浦義勝と仁科芳雄

- ▶ 量子力学に関して最初に貢献した日本の物理学者は杉浦義勝
- ▶ Yoshikatsu Sugiura, "Über die Eigenschaften des Wasserstoffmoleküls im Grundzustande," *Zeitschrift für Physik* 45(1927): 484-492
- ▶ ハイトラーとロンドンが積分を完全には実行せず、極小値を求めず、定性的に結合力が働くことを示したに過ぎないのに対して、完全に積分を実行し極小値求めて結合エネルギーの数値を出したのが杉浦
- ▶ しかし、個人として論文を出す以上に大きな役割は果たせず
- ▶ 学説史科学史では仁科と同様に重要に見えるが、研究実践の科学史からみると歴然とした差がある



仁科記念財団所蔵写真から一部拡大

# 仁科の帰国以前の日本の状況

- ▶ 1926年ごろから
  - ▶ 若い物理学徒たちの量子力学の学習
  - ▶ 独学で本を見つけて読む
  - ▶ 大学の授業よりも、若手が自主的な輪読会などで量子力学の論文を取り上げる
    - ▶ 京都：田村松平、西田外彦、湯川（小川）秀樹、朝永振一郎
    - ▶ 東京：藤岡由夫、土井不曇、金光正道、中谷宇吉郎、芝亀吉、鈴木昭、福田光治、木内政蔵
- ▶ 量子力学を扱う総説・紹介・教科書が出版されはじめる
  - ▶ とくに『日本数学物理学会誌』が1927年に創刊
- ▶ 坂井卓三の東京帝大における講義「量子論」 1927年か1928年ごろから？

# 日本への量子力学導入における仁科の役割

- ▶ 量子力学の論文を読んでいるだけでは研究はできない
- ▶ 若手のもつ量子力学の知識を量子力学とそのあとの発展における研究実践に結び付けた
- ▶ 欧米における量子物理学の研究実践に近いものを日本で実現させたこと
- ▶ 研究実践そのものは論文や著作のように簡単に持ち込むことはできない
- ▶ むしろ共鳴現象のようなもの
- ▶ 研究実践を共鳴させた媒介者としての仁科芳雄
- ▶ この点が学説史的・思想史的科学史ではなく、研究実践の科学史でなければよくとらえられない点の一つ



仁科記念財団所蔵

# 仁科研理論班

- ▶ 量子力学における理論物理学的研究
  - ▶ 朝永振一郎
  - ▶ 坂田昌一
  - ▶ 小林稔
- ▶ 研究会における討論
- ▶ 仁科がクラインと行った方法を日本でも行う
- ▶ ディラック『量子力学』の翻訳
- ▶ 阪大（京大）の湯川のグループとの協力

# 理論物理における共同研究の方法

- ▶ 仁科がクラインとの共同研究で行った方法
- ▶ 二人ないし三人程度で共同研究
- ▶ 複数で同じ計算を独立して行い、結果をつきあわせて答え合わせ
- ▶ 複雑な計算を間違いなく実施する
- ▶ 教師または先輩が、後進に研究方法を指導する
- ▶ 仁科研の場合、
  - ▶ まず仁科と朝永
  - ▶ 次に仁科の監督のもとで、朝永と坂田昌一、玉木英彦、小林稔など
  - ▶ 次に仁科抜きで

# 理論物理における仁科の共著論文（一部）

- ▶ クライン→仁科
  - ▶ The Scattering of Light by Free Electrons according to Dirac's New Relativistic Dynamics (1928)
  - ▶ Ueber die Streuung von Strahlung durch freie Elektronen nach der neuen relativistischen Quantendynamik von Dirac (1928)
- ▶ 仁科→朝永振一郎
  - ▶ On the Creation of Positive and Negative Electrons (1933)
  - ▶ On the Negative Energy Electrons (1934)
- ▶ 仁科→朝永→坂田昌一
  - ▶ On the Photo-electric Creation of Positive and Negative Electrons (1934)
- ▶ 仁科→朝永→玉木英彦
  - ▶ On the Annihilation of Electrons and Positrons (1934)
  - ▶ A Note on the Interaction of the Neutron and the Proton (1936)
- ▶ 仁科→朝永→小林稔
  - ▶ On the Creation of Positive and Negative Electrons by Heavy Charged Particles (1935)

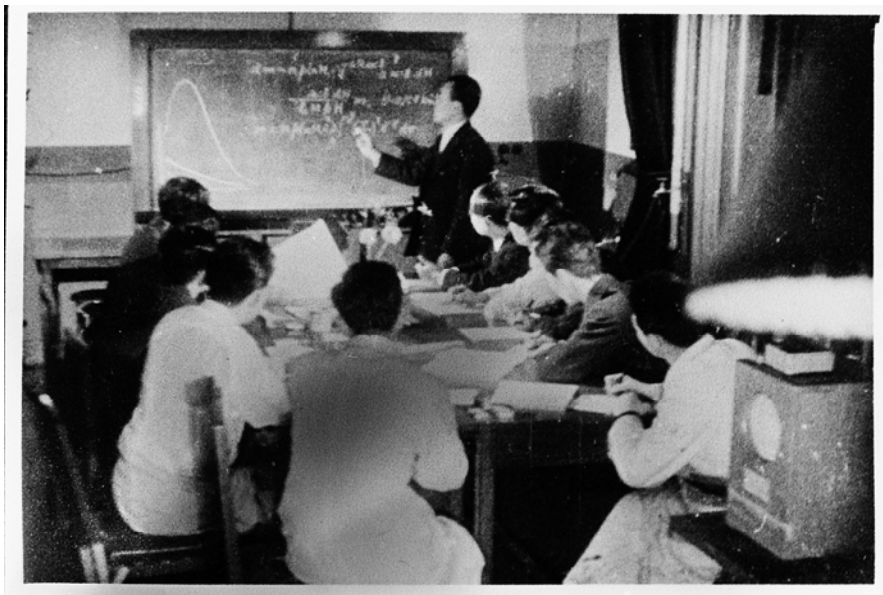
# 仁科研の理論家たち



(後左) 有山兼孝 (後中) 朝永振一郎  
(前左) 小林稔 (前右) 玉木英彦

仁科記念財団所蔵

# 仁科研・理論班研究会風景



仁科記念財団所蔵

- ▶ 理研紹介映画『科学の殿堂』（1942）のために演技・撮影されたもの



# 1932年 原子核物理における奇跡の年

- ▶ 1932年前後に重要な発見、発明、発展
- ▶ 中性子、重水素、陽電子
- ▶ ヴァン・デ・グラーフ（1931）、コッククロフト=ウォルトン装置、サイクロトロンの開発
- ▶ ハイゼンベルクの原子核理論
  - ▶ 学生時代の坂田に衝撃
  - ▶ 湯川の仕事もこの延長上に



Bundesarchiv, Bild 183-R57262 / 不明 / CC-BY-SA 3.0, CC BY-SA 3.0 de, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5436254>による

# 量子力学（1925）より量子物理学（およそ1924-1949）

- ▶ 仁科の研究も量子力学そのものというより、ディラックの相対論的電子論に対する貢献
- ▶ 「新しい量子力学ができて、やっと追いつく機会をつかんだ」けれど、何を研究したら良いか迷っていたところに、1932年の発見があって、「ある程度ヨーロッパの人たちとおなじ出発点に並べた」朝永振一郎（1978）
- ▶ 量子力学（1925年前後）だけではなく1932年前後も重要な分岐点
- ▶ 日本の量子物理学の発展は、量子力学というよりも量子物理学の四半世紀ぐらいの発展の中でとらえるほうがよさそう



Nobel foundation -  
<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1965/tomonaga/facts/>, パブリック・ドメイン,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6138962>による

## 7. まとめ

# まとめ：仁科芳雄の重要性

- ▶ 学説史的：仁科の直接の研究業績
  - ▶ 当時の日本としては最先端
  - ▶ それなりに重要だが、それほどでもない
- ▶ 重要なのは仁科が何をしたか、
  - ▶ 実践の次元
- ▶ 仁科個人の研究論文が重要なのではなく、仁科が作った研究環境と、その環境によって作られた研究者集団が重要
- ▶ 仁科は重大な変化を起こす触媒のような役割を果たした



仁科記念財団所蔵