



# 国際先導研究について

## About the International Leading Research

---


**Michele Aversano**  
Nagoya University

Flavor Physics Workshop 2023  
2023/11/25

# Overview

【国際先導研究】

## スーパーBファクトリー研究による素粒子物理学フロンティアの開拓と若手研究者の育成

|  |            |   |
|--|------------|---|
|  | 研究代表者      | 名古屋大学・素粒子宇宙起源研究所・教授<br><b>飯嶋 徹 (いじま とおる)</b><br>研究者番号：80270396          |
|  | 研究課題<br>情報 | 課題番号：22K21347<br>研究期間：2022年度～2028年度<br>キーワード：素粒子（実験）、素粒子（理論）、加速器、粒子測定技術 |

### この国際共同研究の重要性・面白さは何か（研究の目的と意義）

#### ● 世界最先端の加速器実験で「消えた反物質の謎」の解明に迫る

物質を構成する基本粒子には電荷を逆転させた**反粒子**（例えば電子に対しては陽電子）が存在し、138億年前の宇宙誕生時には、ビッグバンの莫大なエネルギーから粒子と反粒子が同数作られたはずである。ところが、現在の宇宙は物質（粒子）で構成されており、反物質（反粒子）は見当たらない。どのようにして反物質は消えたか？ 我々は、茨城県つくば市の高エネルギー加速器研究機構（KEK）で**スーパーBファクトリー**

**（SuperKEKB/Belle II）実験**を進め、この「消えた反物質の謎」の解明を目指す研究を進めている。

この研究の先駆けとして、私たちは、KEKのBファクトリー実験（1999年開始）において、B中間子と呼ばれる粒子と反B中間子の崩壊の違い（**CP対称性の破れ**）を発見した（2001年）。そして、その違いが素粒子標準理論に組み込まれている**小林-益川理論**の予言どおりであることを検証し、これが両氏の2008年ノーベル物理学賞受賞につながった。しかしながら、見つかった対称性の破れは小さすぎて消えた反物質の謎を説明できていない。この説明には**標準理論を超えてさらに初期の宇宙を描ける新しい物理理論**が必要と考えられる。

現在私たちは、実験装置の性能を大幅に増強したスーパーBファクトリー実験を進め、標準理論を超える新しい物理の探究を進めている（2019年に本格的に始動）。この実験で用いるSuperKEKB加速器では、「**ナノビーム衝突**」と呼ばれる極小サイズの電子ビームと陽電子ビームを衝突させる画期的な衝突方式により、世界最高の衝突性能（ルミノシティ）を更新中である。そして、衝突点に設置されたBelle II実験では、今後約10年間に先行実験の50倍に達する大量の**B中間子**や**タウレプトン**の崩壊データを収集し、標準理論からのズレや標準理論では起こらない現象の観測による新物理の証拠の発見を目指している。

本研究では、この目標を達成するために、国内外の実験-加速器-理論研究者の協力により、同実験の衝突性能を究極的に高めるとともに詳細なデータ解析と理論的な考察を進めてゆく。そして、新物理の証拠を発見するとともに、それがどのような新しい物理理論で説明できるかを探る。こうした研究により、これまでよくわかっていなかった**初期の宇宙の姿を明らかにし消えた反物質の謎の解明に迫りたい**。

Link to the public document:

• [日本語](#) (p.7)

• [English](#)

## 本研究の目的と意義

- 日本発で世界を先導するスーパーBファクトリー
    - 世界最高ルミノシティのSuperKEKB加速器
    - 小林-益川の流れを汲む理論研究
    - 世界最高感度のBelle II 実験
- の連携でBSM発見を目指す

Beyond the Standard Model: 標準理論(SM)を超える物理

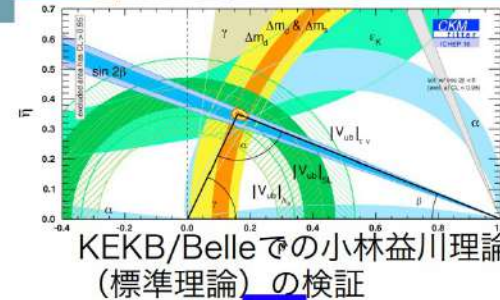
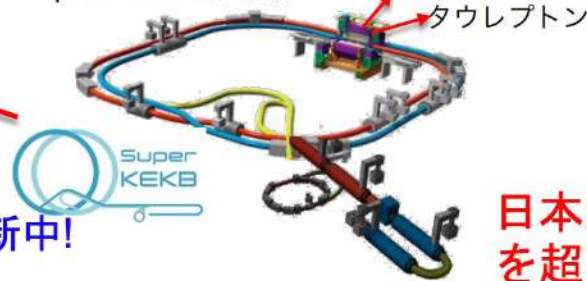


高エネルギー加速器研究機構(KEK)

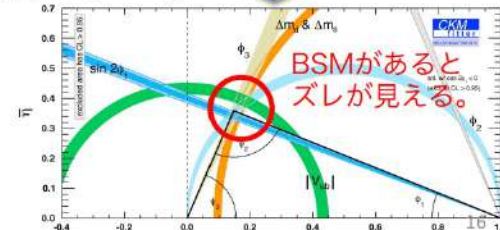
世界最高ルミノシティ記録を更新中!  
現在  $4.7 \times 10^{34} \text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$



SuperKEKB加速器



X50倍のデータ



SuperKEKB/Belle IIでの精密測定によるBSMの発見

宇宙の謎 (消えた反物質、暗黒物質の正体)

日本が先導する世界最高感度実験で標準理論を超える新物理の発見を目指す!

ヒアリング説明資料

3



- 270°C  
180億年後

標準理論の世界

1000兆°C

1000億分の1秒後

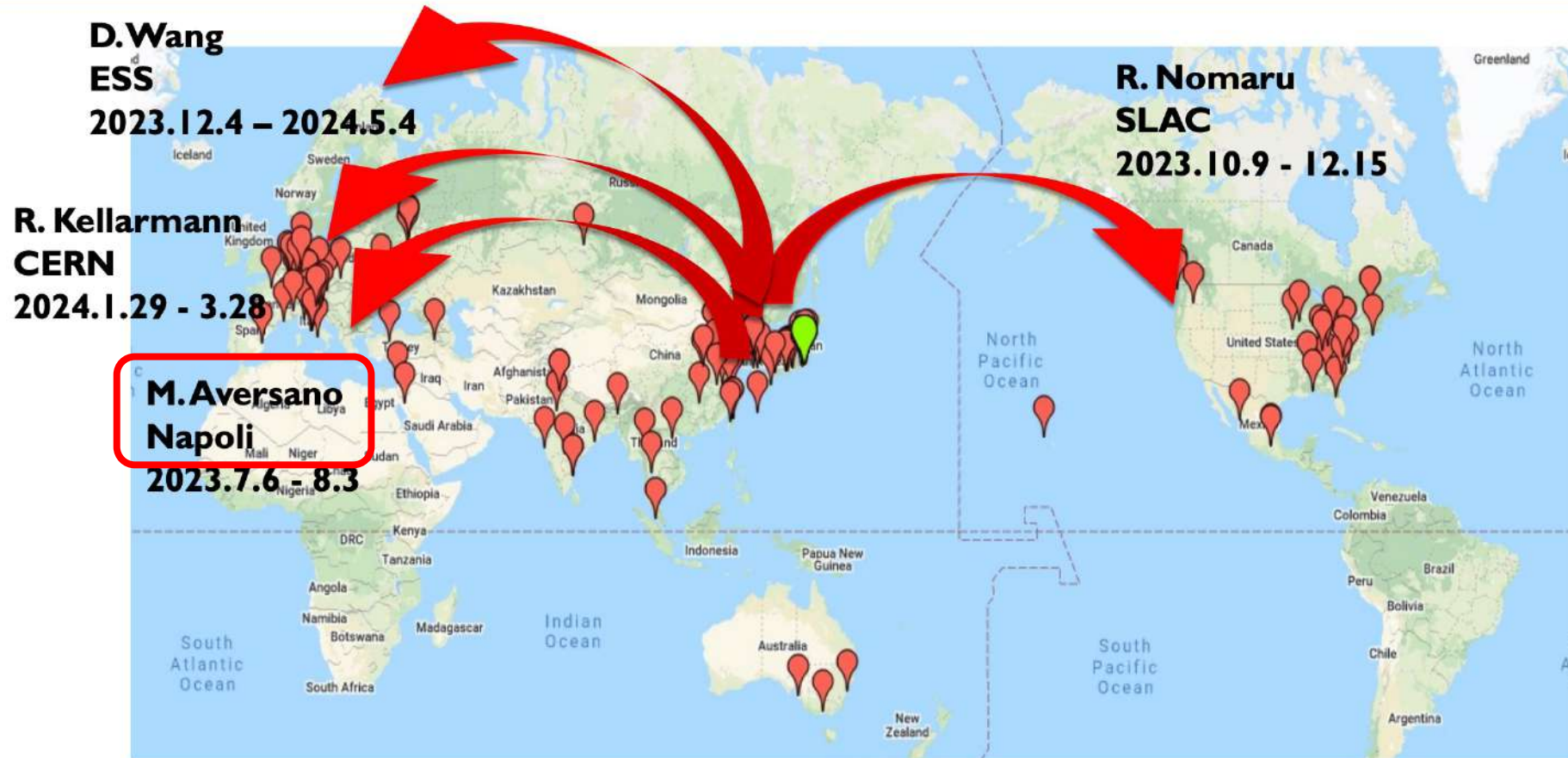
新しい物理の世界

ビッグバン



## 海外若手派遣

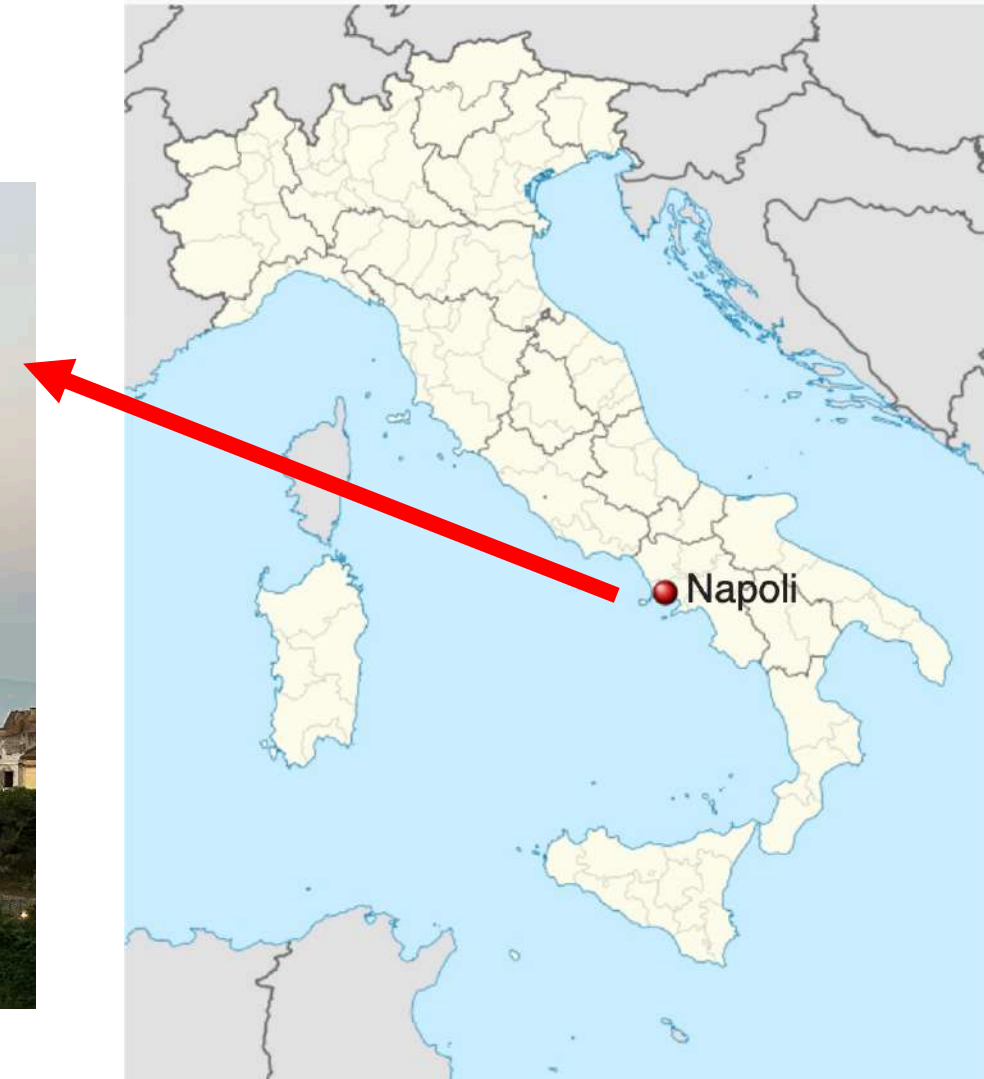
II



# My Experience

Last summer, I went to the University of Napoli Federico II in Italy.

Italy



# My Experience

Last summer, I went to the University of Napoli Federico II in Italy.

Italy

## Department of Physics



# My Experience

Last summer, I went to the University of Napoli Federico II in Italy.

Italy

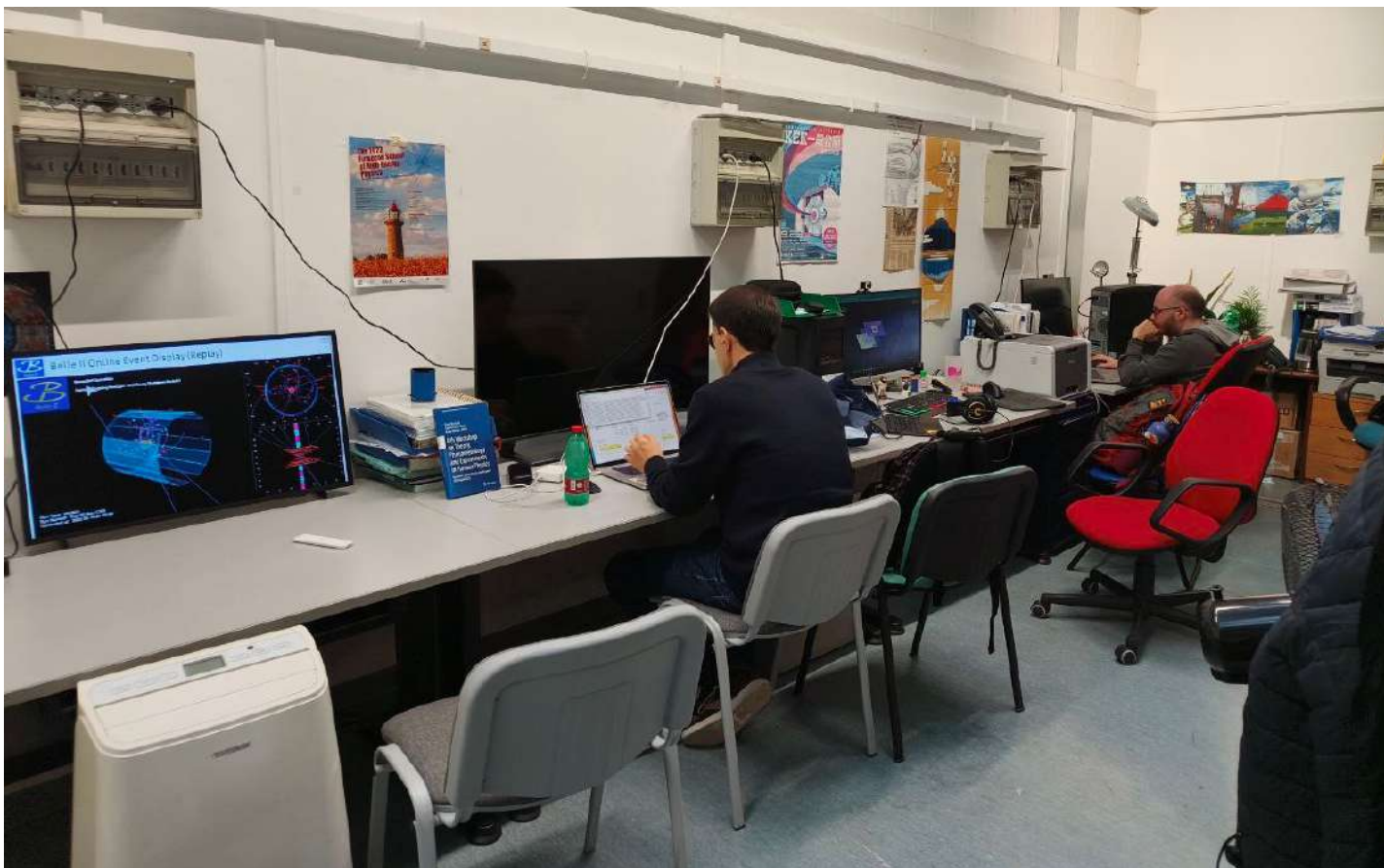
- I am currently doing my research ( $B \rightarrow \tau\nu$  decay analysis) together with some members of the Belle II Napoli group.
- I took advantage of this opportunity to finalize in person the last and most crucial aspects of the analysis.



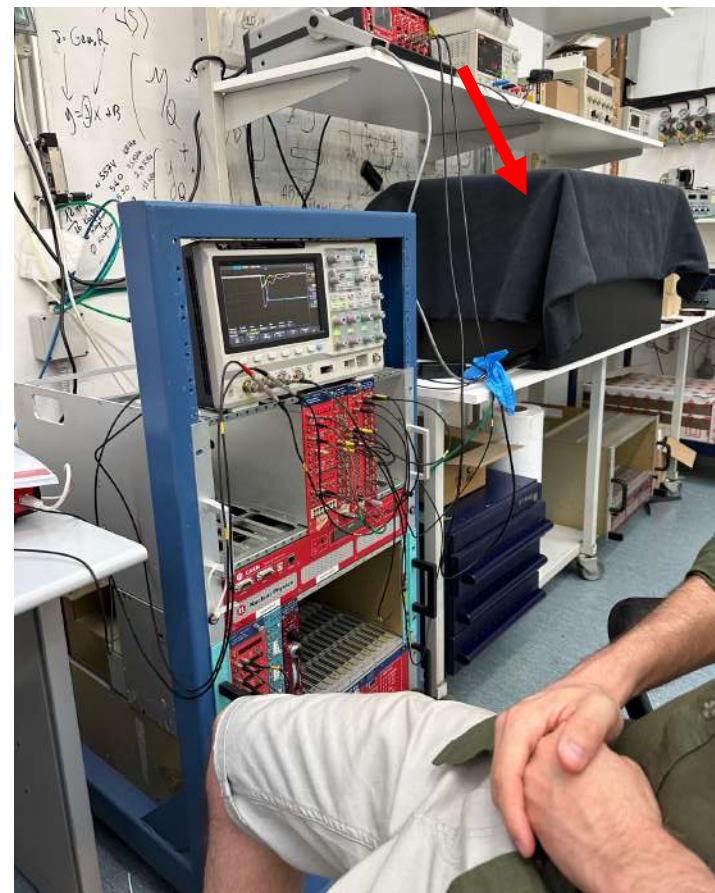
# My Experience

Last summer, I went to the University of Napoli Federico II in Italy.

Belle II Napoli room



Belle II Napoli lab  
-> studies on Belle ECL crystals





# My Experience

What I did before the internship:

- Prepare the travel plan and estimated travel costs

## Application details

Where and when:

- Napoli, Italy – University of Napoli Federico II, Department of Physics «Ettore Pancini»
- **From 2023/07/05 to 2023/08/03**

Supervisor Overseas and collaborators:

- Guglielmo De Nardo, Professor (denardo@na.infn.it – 081676328)
- Giovanni Gaudino (Phd student), Mario Merola (Ass. Professor) and the other Belle II Napoli members

Travel Schedule:

- 2023/07/05 10:35 from Osaka to Napoli with AirFrance
- 2023/08/03 6:10 from Napoli to Osaka with AirFrance
- ~ ¥250.000

Accommodation:

- 2023/07/06 – 2023/07/17 book an apartment near university
- 2023/07/17 – 2023/08/03 stay at my parents' house
- ~ ¥100.000 – 120.000

Insurance:

- 2023/07/05 – 2023/08/04 ネットde保険@とらべるタイプC (三井住友海上)
- ~ ¥20.000

Total: ~ ¥370.000 – 390.000

# My Experience

What I did before the internship:

- Prepare the research plan

## Plan summary and perspectives(1)

- Focus on the final aspects of the analysis and improve as much as possible the sensitivity of the measurement:
  - Understanding of  $E_{ECL}^{extra}$  data-MC mismodelling
    - it's the most important task and all the possible efforts are requested
    - also the Napoli group is involved in the ECL crystals studies and knows a lot about how the ECL works, and I can learn a lot about it
  - Improve the best cut selection using a machine learning approach
    - one of the Napoli professors is an expert of these tools, I can learn a lot from him
    - I want try to develop in a shorter time a signal discriminator with higher performance and reduce the statistical uncertainty as much as possible
  - Final systematic uncertainties estimation and control samples validation
    - Napoli professor worked at the same analysis in BaBar and can give useful advices for speed up and make a better estimation of these from a non-Belle point of view

**These are the most crucial points of our analysis** that I plan to work on during my internship and ask questions, receive immediate feedback being in Napoli, can greatly enhance the speed of the analysis and the understanding of the underlying problems.

# My Experience

What I did during the internship:

- Being in Napoli, I worked firsthand with the Napoli group members in a different environment from the one that I am used to.
- I was able to participate to the lab activity and the university events and seminars.
- I had the possibility to interact with students and professors, exchange ideas and create new international connection.

# My Experience

What I gained from this experience:

- I was able to speed up my research thanks to face-to-face discussions that provide the best interactive and dynamic environment.
- I was able to learn new ways of doing research and acquire new knowledge that will be useful during my future career.
- I was able to open my mind and broaden my horizons.

# Conclusions

I am really glad to have been able to participate to this intership and I reccomend to everyone to challange yourself with such experience!

# Conclusions

I am really glad to have been able to participate to this intership and I reccomend to everyone to challange yourself with such experience!

Also the food was really good!



# Backup