

企画展示「ほがらかに」—南部陽一郎の人生と研究—の実施について

上羽 貴大*, 齋藤 吉彦*

概要

南部陽一郎(2008年ノーベル物理学賞受賞)の生誕100年を記念し、企画展示「ほがらかに」—南部陽一郎の人生と研究—を、大阪市立大学南部陽一郎物理学研究所との共催で実施した。2021年1月13日~3月28日の期間、大阪市立科学館の常設展示場4階を会場とし、展示面積約200㎡、パネル35点、実物資料61点、複製・模型など16点、体験型展示11点、映像8点、総展示131点で展開した。企画展示の開催に合わせて1月23日に実施したスペシャルナイト「物理学者・南部陽一郎と宇宙」オンライン配信についても併せて報告する。

1. はじめに

企画展示「ほがらかに」—南部陽一郎の人生と研究—(以降、南部展)は、南部陽一郎(1921年1月18日-2015年7月5日)の生誕100年を記念するもので、大阪市立大学南部陽一郎物理学研究所(以降、NITEP)と大阪市立科学館との共催事業である。大阪市立科学館では既に南部に関する展示を行っていたので、それを使用することとした。2020年3月からNITEPと大阪市立科学館との共同作業が始まり、南部展の実現に至った。

本展の開催にあたって、特に以下の方々から協力を賜った。伊東昌市、大阪市立大学学術情報総合センター、大阪大学大学院理学研究科、株式会社誠文堂新光社、京都産業大学図書館、大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構、豊中市、豊中市立上野小学校、名古屋市科学館、原康夫、姫路市立姫路高等学校、福井県立こども歴史文化館、福井市立図書館(敬称略、五十音順)。厚く御礼申し上げます。

まず、南部展のあいさつ文を転載することで南部展の概要を与え、その後に詳細を述べる。

あいさつ

大阪市立大学南部陽一郎物理学研究所

大阪市立科学館

南部陽一郎博士(1921年1月18日-2015年7月

5日)は「現代物理学の予言者」と評される現代物理学の巨人の一人で、2008年にノーベル物理学賞を受賞された偉大な科学者です。南部博士はご自身の代表的な研究、「自発的対称性のやぶれ」について、「概念は抽象的なものですから、これを分かってもらうのはなかなか難しいでしょう」と大阪市立科学館宛のメールでお書きになったことがあります。本展は「そんなことおっしゃいますが、多くの方々に分かっていただきます!」と、「現代物理学の予言者」の予想を覆すことに挑戦します。見学されるみなさまの想像力を掻き立て、「ほがらかに」を象徴する人間「南部陽一郎」が、数々の偉業も含めて、浮かび上がることを目指しました。

南部博士の生誕100年を記念し、みなさまの想像力で、「南部陽一郎」と語り合い、数々の偉業にも挑戦してください。

会場は大阪市立科学館の常設展示場の動線途中に約200㎡の規模で設置され、大阪市立科学館の展示場に入場した見学者は必然的に南部展の中を通過する(図1)。展示群は図2のようにゾーン分けされた。以降、展示場所を示すのにここで使用した番号①~⑮を用いる。各ゾーンは入口部(①)、幼少時代からの概歴(②③)、代表的な業績(④⑤)、幼少時から一高までの資料(⑥)、アラカルト的資料(⑦)、宇宙観の変遷と南部理論(⑧~⑮)のコーナーからなり、パネル35点、実物資料61点、複製・模型など16点、体験型展示11点、映像8点、総展示131点を展示した。

*大阪市立科学館

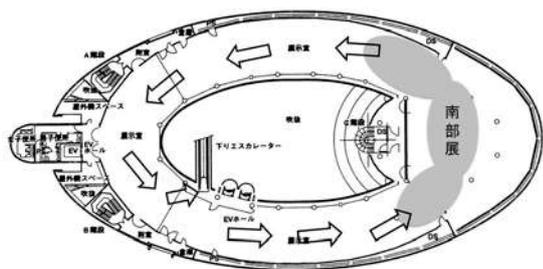


図 1. 常設展示場の動線途中にある南部展会場

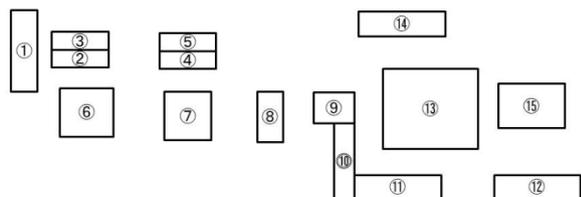


図 2. 南部展のゾーン分け

以降、2章に展示内容を、3章に関連して実施した講演会について、4章にまとめとして評価と振り返りを、与える。

2. 展示内容

2-1. 入口部

常設展示場の動線に沿って進むと、①の入口部が目に入る。写真 1 はその様子で、前方右側に南部展の看板とあいさつ、正面に南部博士の年表とノーベル賞メダル(複製)、左側に南部が微笑ましく語っている大型モニターが目に入る。これが南部展入口部である。展示リストを表 1 に与えた。



写真 1. ①入口部

表 1. 展示リスト(①:入口部)

1	看板(南部展の表題)
2	A1 パネル・あいさつ、謝辞
3	南部の年表
4	ノーベル賞メダル公式レプリカ (蔵:福井県立こども歴史文化館)
5	南部のビデオ映像(連続繰返再生) A) 『南部陽一郎のよもやま話』(2004年9月撮影、制作・聞き手:伊東昌市) ¹ B) 大阪市立大学特別荣誉教授贈呈式に関連ビデオ C) 「磁石のテーブル」に関するコメント ²

2-2. 幼少時代からの概歴(②、③、⑥)

ノーベル賞メダルの裏側、②と③に幼少時代からの概歴を展示した。②では1921年1月18日の誕生から一高時代までを、③では東大時代から軍隊、復員後の東大での生活、大阪市大に就職、プリンストンからシカゴに研究の場を移すまでの展示である。企画展示の導入部であるため、物理に詳しくない来館者や子供にも親しみやすいよう、それぞれの年代におけるエピソードをパネルで紹介するほか、人物像が描けるよう、また南部博士の過ごした時代が想像できるよう、実物資料による展示を心掛けた。

②では、南部が自身の思い出や物理学を志すきっかけなどを語る映像をタブレットで展示した。タブレットは連続再生および画面ロックの設定にし、観覧者は視聴のために操作する必要のないようにした。



写真 2. ②幼少時代から一高時代まで

表 2. 展示リスト(②: 幼少時代から一高時代まで)

A1 パネル『ふるさと・福井での子供時代』
A1 パネル『エジソンがヒーロー!』
A1 パネル『中学校での生活』
A1 パネル『一高での寮生活』
雑誌『子供の科学』2冊
エジソン伝記 2冊
岩波文庫『獵人日記』『散文詩』 (蔵: 福井県立こども歴史文化館)
参考書『行列及び行列式』 (蔵: 福井県立こども歴史文化館)
『高等物理 熱学』
タブレット映像『物理学を志すまで』 ³

③の様子を写真3,4に与え、展示リストを表2に与える。ケース内の資料は東大時代の直筆のノート類や学術誌で、タブレット映像では軍隊時代のことや大阪市大南部研のことなどを南部が語っている。

写真3における手前のパネルでは、南部が物理学を志した理由として挙げられる湯川秀樹の存在について、そして戦時中、戦後の貧困の中、物理にのめりこんだことをまとめた。ケースには、東大時代および東大職員時代に使用していた講義ノートを展示した。

写真4は大阪市大時代からシカゴまでを展示した様子である。ケース内は大阪市大時代の論文^{4,5}と大阪市大南部研助手の論文⁶が掲載された学術誌である。南部は大阪市大時代に同僚とV粒子の共同研究をしていたが⁵、渡米後はそれを続けずに、他のテーマに取り組んだ。しかし、成果を出すことなくノイローゼに陥った。一方で、V粒子の研究を引き継いだのが、大阪市大南部研の助手、中野董夫と西島和彦で、中野・西島・ゲルマンの法則として知られる研究へと発展させた⁶。ノーベル賞候補となる素粒子物理学史に残る業績で、南部はノイローゼに陥ったプリンストン時代にこの成果を知ったのである。南部の飛躍は研究の場をプリンストンからシカゴに移してからのことである。これらのことをパネルと学術誌で表現した。

表 3. 展示リスト(③: 東大からシカゴまで)

A1 パネル『湯川秀樹、南部少年のあこがれ』
A1 パネル『戦争に翻弄された東大生活』
A1 パネル『29歳で大阪市立大学教授に!』
A1 パネル『南部博士、アメリカへ!』
直筆ノート 3冊 (蔵: 福井県立こども歴史文化館)
大阪市立大学時代の論文(2編) ^{4,5}
中野・西島・ゲルマンの法則の論文 ⁶
タブレット映像『学究生活へ』 ³



写真 3. ③東大からシカゴまで



写真 4. ③大阪市大からプリンストン・シカゴへ

2-3. 代表的な業績(④、⑤)

南部の代表的な業績は、超伝導理論⁷、対称性の自発的やぶれ(以降、SSB)^{8,9}、クォークのカラー自由度¹⁰、弦模型、とされ、いずれもシカゴ大学時代のものである。これらを④⑤で展開した。その様子が写真5写真6で、展示リストが表4である。解説パネルの制作は主にNITEPによるもので、著者が来館者向けへの編集を資料展示とともに担当した。

④ではSSBの発見について紹介した。この業績で南部はノーベル物理学賞を2008年に受賞したのである。南部は1957年に発表された超伝導理論(BCS理論)をSSBという概念で完成に導き⁷、その手法を素粒子物理学に適用し、素粒子の質量起源を与えたのである^{8,9}。このことを、南部が書いた資料から忠実に6コマのマンガで表現し、補足的な解説パネル、超伝導ケーブル、マクスナー効果ビデオなどで補強し、原論文が掲載された学術誌とともに展示した。写真5はその様子である。



写真 5. ④超伝導からSSB

⑤では、クォークの色自由度¹⁰と弦理論に関するパネル解説とそれぞれの論文、そしてこの2つに関して南部が語る映像^{2,3}をタブレットで展示した。南部がクォークについて「おかしな話だよ」と語る姿²は科学史としても非常に興味深いものである。論文は、クォークに関するものは学術誌¹⁰、弦理論に関するものは草稿のコピーである。南部は弦理論に関しては論文発表をしていない。



写真 6. ⑤クォークの色と弦模型

表 4. 展示リスト(④、⑤: 主な業績)

④
A1 パネル『超伝導って、なんだろう』
A1 パネル『南部博士の実りある4年間』2枚
A1 パネル『クォークにはなぜ質量があるの?』
超伝導ケーブル
ビデオ『マイスナー効果』
Physical Review 誌より3編 ^{7,8,9}
⑤
A1 パネル『素粒子ってなんだろう』2枚
A1 パネル『クォーク理論と南部博士』2枚
A1 パネル『弦理論のはじまりと南部博士』
Physical Review 誌より1編 ¹⁰
弦理論の草稿 ¹¹
タブレット映像『弦とカラー』 ^{2,3}

2-4. アラカルト

「幼少時代からの概歴」と「主な業績」に収まりきらなかった資料をそれぞれ⑥と⑦に集めた。

⑥は幼少時代から東大時代までの資料で(写真 7)、展示リストを表 5 に与える。南部博士は、幼いころからものづくりに強い興味があったことを、小学生の頃に鉱石ラジオを作ったエピソードとともに語っており¹²、それを伝えるものとして当時出版されていたラジオの解説書や鉱石ラジオの復刻品を展示した。あわせて、南部博士が第一高校入学時の入学試験複製を展示した。



写真 7. ⑥アラカルト(幼少時代から東大まで)

表 5. 展示リスト(⑥: アラカルト)

ラジオ製作の解説書 2冊
鉱石ラジオの復刻 (蔵: 福井県立こども歴史文化館)
第一高校昭和 12 年の入試問題
東京帝大理学部昭和 12 年の入試問題

⑦では、若手研究者を育てた書簡などの実物資料、豊中市の自宅に保存されていた書籍資料など、豊中市との交流資料を展示した。その展示リストを表 6 に与える。書簡などの実物資料は、原康夫と南部との間で交換されたもので、次のエピソードを物語る資料群である。1965年、原のプレプリントに対して、オープンハイマーが勉強不足と指摘したが(写真 8 上)、その一方で南部は共同研究の提案をした。原は南部の提案を受け入れ 2 つの共同論文が完成したのである。原は 1964 年に第 4 のクォークの存在を示唆し、1977 年に仁科記念賞を受賞している。

また、⑦から少し離れた位置に、南部が天体観測に愛用した天体望遠鏡を前にして語るタブレット映像を、同機種の天体望遠鏡とともに展示した。

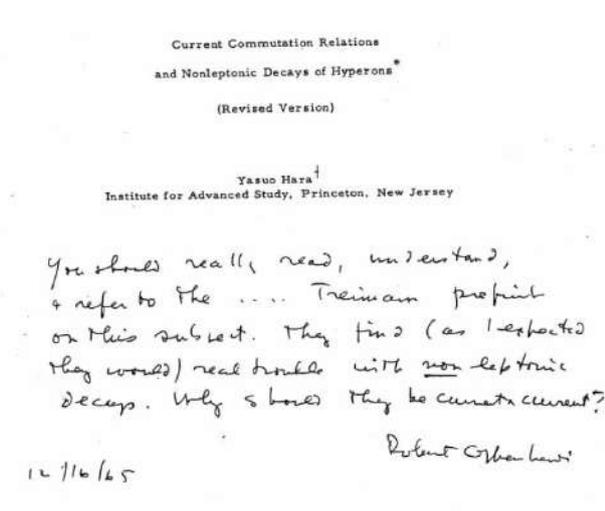


写真 8. ⑦オープンハイマー指摘とそれに見入る見学者

表 6. 展示リスト(⑦:アラカルト)

オープンハイマーに勉強不足と書き込まれた原康夫のプレプリント
原-南部の書簡 6 通
論文“Non-leptonic Decays of Hyperons” 草稿の写し
原-南部共著論文の別刷り 2 編 ^{13, 14}
南部著『クォーク』(丸信人へのサイン入り)と新聞切り抜き ¹⁵ (個人蔵)
豊中市との交流 A) 豊中市立上野小学校へのメッセージ B) 名誉市民称号贈呈式の写真 C) 豊中市に宛てられた直筆の年賀状 (蔵:豊中市)
豊中市の自宅に保存されていた資料 A) 南部の論文 ^{16, 17} が掲載された直筆イニシヤル入りの学術誌 2 冊 B) 南部の直筆サインが入った教科書 ¹⁸ C) ボゴリューゴフ賞の副賞 (蔵:大阪大学大学院理学研究科)
Quester 望遠鏡(蔵:名古屋科学館)
タブレット映像『天文ファン、彗星発見』

2-5. 宇宙観の変遷と南部理論

南部が自身の研究成果で最も代表的なものとして自認するのは、ノーベル物理学賞受賞理由となった「対称性の自発的やぶれ」(SSB)である¹⁹。⑧~⑮では SSB が確立するまでの宇宙観の変遷を展示し、その一角⑭に SSB を体験するコーナーを設けた。

2-5-1. 導入部

地動説以前の宇宙観を想起させるものとして⑧に古代の宇宙観模型と、コペルニクスが愛読したと言われる周転円説の教書、『アルマゲスト概要』(レギオモンタヌス著初版 1496 年刊)を置いた。また、このコーナーの概要を与えるものとして、A1 パネル『宇宙観の変遷古代から南部博士まで』に関連する科学史上の偉人をアリストテレスから南部までを列挙した。写真 9 がその様子で、展示リストは表 7 のとおりである。



写真 9. ⑧宇宙観の変遷の導入部

表 7. 展示リスト(⑧:宇宙観の変遷の導入部)

A1 パネル 『宇宙観の変遷 古代から南部博士まで』
『アルマゲスト概要』 (レギオモンタヌス著 初版 1496 年刊)
宇宙観模型 6 点 ²⁰
A) 古代メソポタミア文明圏の宇宙観
B) 古代中国の蓋天説
C) 古代中国の渾天説
D) 古代インド文明圏の宇宙観
E) エジプトのピラミッド
F) 地球中心説(天動説)
中世の宇宙観3説の絵画(複写)

2-5-2. コペルニクスと南部

コペルニクスと南部の偉業を対比する形で⑨に展示した。写真 10 がその様子である。右側が前者で、コペルニクスが地動説を与えた原著(複製)とそれを解説したパネル、左側が後者で、南部の論文選集²¹を SSB のページ⁸を見開きにして展示するとともに、解説パネルで後に続く展示の目標を与えた。すなわち、⑧~⑬のテーマ、「南部博士は無限にある真空のうちの一つが実現するという「自発的対称性のやぶれ」を提唱し、素粒子の質量起源を導いた。」を明示した。

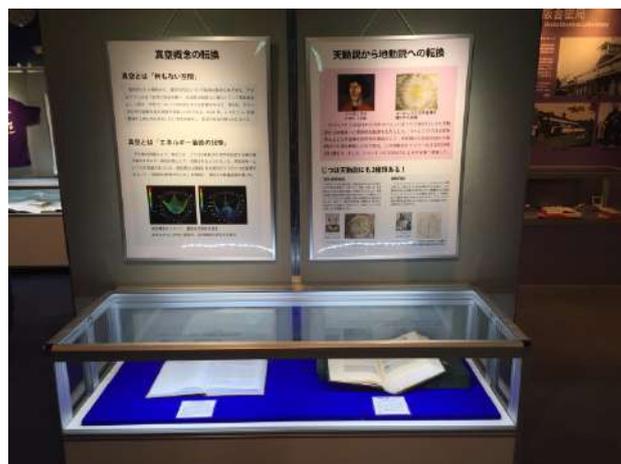


写真 10. ⑨コペルニクスと南部

表 8. 展示リスト(⑨:コペルニクスと南部)

A1 パネル 『天動説から地動説への転換』
A1 パネル 『真空概念の転換』
『天球の回転について』 (コペルニクス著 1543 年刊、複製)
南部の論文選集 ²¹

2-5-3. 渦宇宙から電磁場へ

古代から 19 世紀までの宇宙観の変遷を⑩⑪で、表 9、表 10 に示した展示で概観し、南部による真空概念の転換(SSB)を理解する背景とした。

⑩では、古代の宇宙観から電磁場までの概説パネル、デカルトの渦宇宙からニュートンの万有引力宇宙への転換を解説したパネル、そして関連実物資料を展示し(写真 11、表 9 の 4 行目まで)、さらに、電磁場の概念の導入として、強力磁石による磁力線などを展示した(写真 12、表 9 の 5 行目以降)。



写真 11. ⑩左が万有引力測定器、右がトリチェリーの真空(フォルタン水銀気圧計)



写真 12. ⑩磁力線と卵型放電管

表 9. 展示リスト(⑩:渦宇宙から電磁場へ)

A1 パネル『渦宇宙から電磁場へ』
A1 パネル『宇宙の原理 渦か？万有引力か？』
「万有引力を測定する装置」(教具)
フォルタン水銀気圧計 (蔵:姫路市立姫路高等学校)
強力磁石による磁力線
ファラデーが使用したものと同型の卵型放電管
放電の様子を描いた写真 (ファラデー著『電気実験』より)

⑩では、ファラデーとマクスウェルによる電磁場の概念により「真空」は「何も存在しない空間」から「場を記述する空間」に転換したことを、両者の著作物などで表現した(写真 13、表 10)。南部による真空概念の転換(SSB)を表現する布石である。



写真 13. ⑪ファラデーとマクスウェル

表 10. 展示リスト(⑪:ファラデーとマクスウェル)

A1 パネル『電磁場－近接作用の復活』
ボルタの電堆(レプリカ)
ファラデー著『電気実験』
マクスウェル著『電磁気論』第2版
マクスウェル方程式のTシャツ
マイケルソン・モーリー干渉計(教材)

2-5-4. 歴史書(ティコ・ブラーエから湯川まで)

⑫では、古典力学の完成史をティコ・ブラーエからニュートンまでが著した書籍で、シュレディンガーから湯川までの量子論の発展史を論文や書籍で、そして南部と佐藤文隆が議論に用いた白板を、常設展示用に据え置きされたケース内に展示した。また、ケースの外に南部が素粒子物理学と天文学について語るタブレット映像を置いた。その様子が写真 14 で、展示リストを表 11 に与える。



写真 14. ⑫歴史書と南部-佐藤文隆の白板

表 11. 展示リスト(⑫:歴史書)

ティコ・ブラーエ著作集 1648 年刊
ケプラー著『新天文学』初版 (蔵:京都産業大学図書館)
ガリレオ著『天文対話』初版
デカルト著『哲学原理』初版
ニュートン著『自然哲学の数学的諸原理』第2版 (蔵:京都産業大学図書館)
シュレディンガー著『波力学に関する論文選集』第3版
電子線回折についての論文(菊池正士著)の別刷り
ハイゼンベルクの論文選集 (蔵:大阪市立大学学術情報総合センター)
湯川秀樹の論文集
南部と佐藤文隆が議論に用いた白板 (蔵:福井県立こども歴史文化館)
タブレット映像『素粒子物理学と天文学』 ³

2-5-5. 歴史に関連する体験型展示

常設展示で使用している体験型展示のうち関連するもの、力学系でケプラー則と慣性の法則、振り子に関する展示3点と、電磁気系でボルタの発明と電磁誘導に関する展示2点を、⑬で展示した。力学系展示は、もともと常設展示でこの位置に固定されたものであり、電磁気系展示を他所からこの位置に移設設置した。その様子の一部を写真 15 に、展示リストを表 12 に与える。



写真 15. ⑬歴史に関連する体験型展示

表 12. 展示リスト(⑬:歴史に関する体験型展示)

力学系体験展示
A) ケプラーの3法則 ²²
B) 慣性の法則 ²³
C) 振り子 ²⁴
電気系体験型展示
A) 人間電池 ²⁵
B) 磁石の花 ²⁶

2-5-6. 方位磁石群で南部理論を体験

⑭は、方位磁石群による対称性の自発的破れ(SSB)を観察し、SSBの理解に挑戦するコーナーである。写真 16 はその様子で、体験型展示が4点並んでいる。左から、A)方位磁石1000個がSSBを表す「磁石のテーブル」²⁷、B)方位磁石の結晶構造の変化で強磁性と反強磁性を観察する「方位磁石結晶」²⁸、C)B)に関連したものとして磁石につくステンレスとつかないステンレス、D)有限温度の強磁性をイメージさせる「ゆらゆら磁石」²⁹である。解説パネルは、方位磁石群のSSB観察から質量起源の考察を、また、南部がA)を見た時の感想、南部が描いたSSBなどである。なお、B)とD)は上述の南部の感想に関連する体験型展示である。展示リストを表 13 に与える。



写真 16. ⑭方位磁石群と南部理論

表 13. 展示リスト(⑭:方位磁石群と南部理論)

A1 パネル『「対称性の自発的やぶれ」を見る』
A1 パネル『南部博士から送られてきたメール』
A1 パネル『南部博士が描いた「対称性の自発的やぶれ」』
A1 パネル『質量起源を考える』
体験型展示
A) 磁石のテーブル
B) 方位磁石結晶
C) 磁石につく、つかないステンレス
D) ゆらゆら磁石

2-5-7. ヒッグス粒子発見

⑮はヒッグス粒子発見に関するコーナーで、その様子を写真 17 から写真 19 に、展示リストを表 14 に与えた。ヒッグス粒子発見は南部理論の証拠となる実験で、南部はヒッグス粒子発見の2年前に「対称性は破れてもよい」と書いた(写真 20)。これを南部展の締めとした。



写真 17. ⑮ヒッグス発見の解説ビデオ

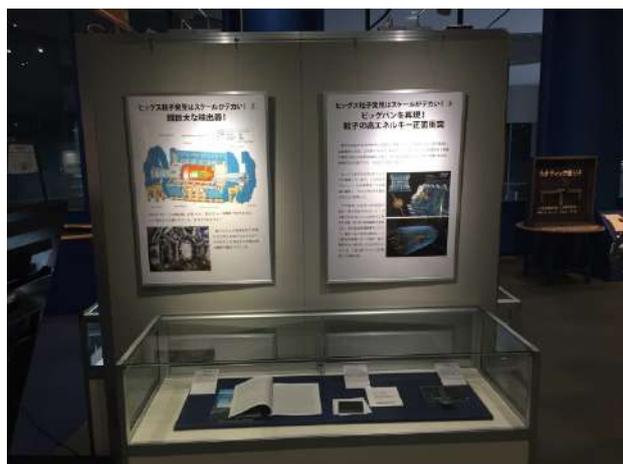


写真 18. ⑮LHC その1



写真 19. ⑮LHC その2

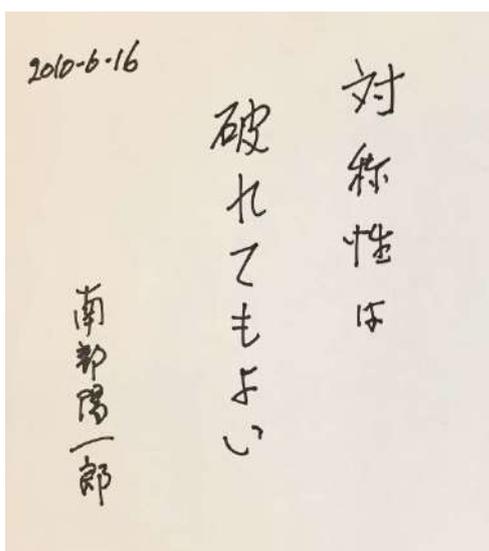


写真 20. 南部の色紙

表 14. 展示リスト(⑮:ヒッグス発見)

ビデオ『ヒッグス粒子発見の軌跡』CERN 公式
A1 パネル『ヒッグス粒子:最後の未発見粒子』
A1 パネル『環状線より大きな実験施設!』
A1 パネル『超巨大な検出器!』
A1 パネル『ビッグバンを再現!』
ATLAS のストリップ(SCT)モジュール (蔵:高エネルギー加速器研究機構)
TGC ミュー粒子トリガー用運動量高速判定回路 (蔵:高エネルギー加速器研究機構)
ヒッグス粒子発見を報告する論文集 (蔵:高エネルギー加速器研究機構)
南部の色紙

3. 講演会(オンライン配信)

南部展の開催に合わせてスペシャルナイト「物理学者・南部陽一郎と宇宙」を実施した。当初はプラネタリウムホールで開催する予定であったが、緊急事態宣言が大阪府に発出されたため、YouTube によるライブ配信により実施した。要綱を以下に示す。

3-1. 講演会要綱

- 講演者及び演題
 - 「南部博士、幻の彗星を発見?」伊東昌市(元国立天文台専門研究職員)
 - 「南部博士と素粒子物理学」齋藤吉彦(大阪市立科学館館長)
 - 「南部博士と素粒子物理学」糸山浩司(大阪市立大学南部陽一郎物理学研究所所長)
- 司会進行:上羽貴大(大阪市立科学館学芸員)
- 日時:令和3年1月23日(土) 18:00~20:00
- 配信方法:YouTube Live
- 定員:150名程度
- 対象:どなたでも
- 参加費:無料
- 申し込み方法:大阪市立科学館 Web サイトの google フォームリンクより
- 主催:大阪市立大学南部陽一郎物理学研究所、大阪市立科学館

伊東は南部が見た彗星の同定を、齋藤は南部展で展開した宇宙観の変遷を、そして糸山は現在の素粒子像の背景にある南部理論を、それぞれの持ち味を活かして語った。初学者レベルから高レベルまでの広範囲の視聴者が楽しめるような構成とした。

講演会当日の視聴者数は142名であった。講演会終了後は、著作権の都合によるモザイク処理を一部施したアーカイブ動画を2月10日にアップロードし、2021年6月現在も引き続き公開している³⁰。アーカイブ動画の視聴者は2021年6月現在約800名である。

3-2. 講演会当日の運営

講演会の配信には、ZoomからYouTubeへのストリーミング機能を利用した。司会用PCをZoomビデオ会議のホストとして、登壇者3名と接続した。講演用スライドの画面共有設定などは講演者が各自で行った。

視聴者からの質問は、事前の案内メールおよびYouTubeの説明欄に記載したgoogleフォームで講演中に収集し、各講演後に司会が質問を代読することにより質疑応答を行った。司会はzoom用に1台、質問確認かつ予備機として1台の計2台のPCを併用して進行を行った。開催中は、トラブル発生時の対応のため別室待機として1名の職員を配置した。

3-3. 参加者への対応

この講演会への参加申込はオンライン入力フォームのみで受け付けた。これまで大阪市立科学館開催の無料イベントは、主に往復はがきにより受け付けていたが、この講演会は参加人数が多いため、手続きの簡便のインターネットの使用に慣れていない市民のための窓口がなくなるのは心苦しいが、往復はがきとオンライン入力フォームの併用は管理が複雑と判断した。

講演会の参加申込受付開始時点(2020年12月8日)では、会場開催予定であった。しかし2021年1月14日から2月7日まで大阪府下に緊急事態宣言が発出されたため、1月15日にオンライン配信への変更をホームページ上で告知し、すでに申し込まれた方にはメールで連絡した。参加費無料のオンライン開催だが、事前申込制のままとした。開催日の3日前まで申込を受け付け、プラネタリウムホールでの開催を前提とした定員150人と同程度の申込数となった。

今回のオンライン入力フォーム方式の反省は、連絡のための科学館からのメールが届かない事例が数件発生したことである。電話での問い合わせがあり判明した。これは送信メールが受信拒否あるいは迷惑フォルダに分類されたことによると思われる、例えば携帯キャリアのメールアドレスで登録された場合、受信者が特別の設定をしない限り、起こりうる。

このような問題は、まずフォーム①にメールアドレスを記入してもらい、申込者宛に届いたメールに記載されたフォーム②へのリンクより申込をしてもらうという方式で回避可能である。

YouTubeのストリーミング配信URLは、大阪市立科

学館のWebサイトに作成した講演会情報専用のページに記載した。そして参加者への連絡メールには、この専用ページへのURLリンクのみを記載した。万が一ストリーミング配信の設定や配信中にトラブルが発生した場合、動画URLを変更せざるを得ない可能性があるため、随時情報更新できる専用ページがある方が好ましい。

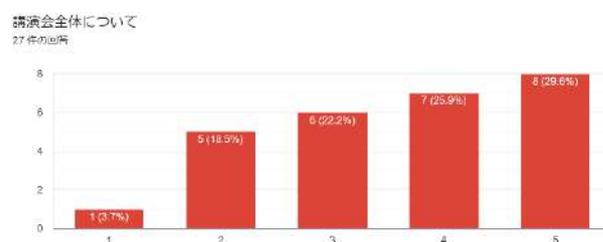
3-4. 講演会参加者のアンケート結果

YouTube動画紹介ページにアンケートフォームリンクを記載し、記入のお願いをしたところ、27件の回答をいただいた。結果を一部以下にまとめる。

Q1. 年齢層(10代から70代までほぼ均等)

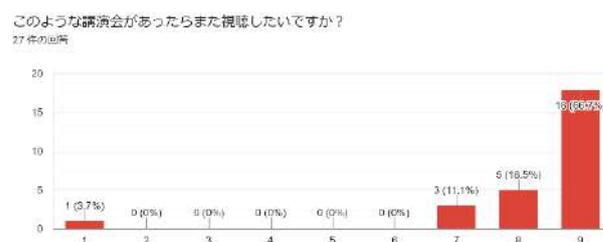
Q2. 各講演について(省略)

Q3. 講演会全体について(グラフ1)



グラフ1. 講演会全体についての理解度
まったく理解できなかった(1)ーよくわかった(5)
5段階評価

Q4. 同様な講演会への参加意思(グラフ2)



グラフ2. 同様な講演会への参加意思
まったく思わない(1)ーぜひ参加したい(9)
9段階評価

Q4. 本講演会について、感想、意見など

●「オンラインでの講演会視聴は、今回初めてでしたが、写真や動画、分かりやすく纏められた説明と、講演会の終わりまで興味深いものでした。特に、齋藤館長の、科学史を含む講演は引き込まれ、長年読みかけにしている科学ノンフィクション本に、また心が戻りそうです。」●「とても難しそうな分野なので、プラネタリウ

ムでお話が聞けるというスペシャルナイトの機会がなければ、申し込む気にならなかったかもしれません。でも先生方のお話はとても聞きやすく、わかりやすかったです。参加してよかったですと思いました。開演前にプラネタリウムの画像と音楽で迎えて下さるのも素敵で、スペシャル感があって、素敵でした。質問箱やアンケートの工夫も楽しめました。」●「楽しかったです。アンケート回答として分かる分からない軸とは別に面白かったつまらなかったという軸があるとよかったです。」●「お話を聞いて、方位磁石盤を展示場で確認したくなりました。」●「難しいお話では 正直わからないところもありましたがこのような機会を得られて、しかも自宅にいながら得られて得した気分です。」●「めっちゃめちゃ楽しかったです！私は将来宇宙飛行士になりたいんです。また新しい情報を手にいれて嬉しかったです！またの講演を楽しみにしています！！」●「会場に行って講演を聴くことができず、残念でしたが、オンラインでの講演もとても聞きやすくスライドなども見やすく、これはこれでもよかったですと感じました。」●「理解しやすいと感じたところ、難しく理解できなかったところ様々でしたが、どの内容も、また詳しく勉強してみようというきっかけになりとても充実した時間でした。」●「文系の私には少し難しかったです、貴重なエピソードを伺うことができ、楽しかったです。」●「理解したいと思うのですが、物理の知識がない私には難しかったです。でも新しい科学の内容を、大人向けに、夜に開催してくれる企画は大変ありがたいので、同じような講座があればまた挑戦したいと思います。」今回は残念ながら大阪市立科学館で直接お話を聞くことはできませんでしたが、オンラインという形で開催していただき、大変貴重な興味深いお話を聞くことができました。」●「”対称性の破れ”はいつも難しいと思っていますが今回もそうでしたが、講演会でお話を聞くのは初めてであり、また聞きたくなる講演会でした。」●「理解するには難しいのですが、こんな世界がある、こんな世界を理解している人がいる、こんな世界を人類は解明しようとしていることがとてもうれしいのです。そんな人類の一人として、少しでも理解できるように努力したいと思っています。そんな努力を支えてくれる場を提供していただき、ありがとうございました。」●「恥ずかしながらほとんどわからなかったと言えのですが、つまりそれほど難解な学問分野なのだということが実感できただけでも良かったと思います。」●「わかりやすかったです。急にオンラインになってもう少し自分の勉強時間が欲しかったです。」●「時々、難しくわかりづらい部分もありましたが、とても、ぜいたくな講演会が無料で拝聴でき、得した思いです。」●「「対称性の破れ」は理論でも式でもテーブルでも理解が及ばないという方が多いところ。今回、南部先生の特別

展と講演をやって頂けたことで、再度、素粒子理論に少し近づけ、南部先生の偉業に触れた様な気がします。」●「今回のご講演を思い出しながら、改めて特別展をじっくり見てみたいと思いました。」●「コロナ禍の中でなかなかモチベーションが上がらない中で、素粒子物理学についての最先端の知見を聴き今後の意欲につながった。」●「講演の内容を冊子などの文章や図解でわかるものを作ってほしいと思います。やはり文字であとからゆつくりと勉強しなおしたいです。」(以上一部抜粋した)

Q5. 今後取り上げてほしいテーマ(省略)

4. まとめ

図 1 に示したように大阪市立科学館の展示場に入場した来館者は必然的に南部展を通り抜ける。ほとんどの入場者は素通りせず、体験型展示を楽しんでいたようである。それに比してその他の展示に興味を示した入場者は少なかった。体験型展示は南部を意識することなく、その現象が吸引力を持つので当然のことである。ただ、体験型展示のそばには南部に関するメッセージがあるので、無意識に南部展に入った見学者でも「南部陽一郎」を印象付ける効果はあったと思われる。

一方で、「南部陽一郎」を意識して入場したと思われる人々、あるいは入口部で「南部陽一郎」に興味を持ったであろう人々の滞在時間は長く、写真 8 のようにそれぞれの展示に見入る光景がしばしば見られた。中には物理専攻の学生と思われる見学者が展示を前に議論している姿もあった。

この企画展示は、一般的な知識で理解できること(幼少のころから物理学を志すまで)、高レベルの見学者に対して刺激を与えるもの、万人が楽しめる体験型展示と、初学者から高レベルな方々まで楽しめる内容を目指した。専門家からは質の高い展示などと、高評価を得た。

また、3 章で述べた講演会は展示を補強する上でも評価すべきことと思う。世情でオンライン配信になったが、対面実施よりも広範囲に多くの方々に見ていただき、その後の配信でさらに見ていただけたので、対面での迫力には欠けるものの、オンラインならではの効果があった。今回のことに限らず、会場開催とオンライン配信のハイブリッドによる講演会が課題となるであろう。

次に、取り組みの振り返りを与える。南部展の動線が不自然で、全体像を把握した見学者は少なかったであろう。このようになったのは次の2つのことに起因している。

ひとつは資料収集が遅れたことである。当初の計画では、7月までには展示資料の概要を決めて、それを

もとの翌年の 1 月オープンを目指して、レイアウトを検討しながら解説パネルの制作を行う予定であった。しかし、資料収集が希薄であったので、資料の少ないパネル展となることも想定して、解説パネルを作成しながら資料収集作業を続けることになった。原-南部書簡の展示が決まったのが 10 月、学術誌の展示が決まったのが 12 月など、翌年の 1 月にオープンを抑えてぎりぎりまで資料収集を行った。そのため、例えば、表 2 と表 5 のように、解説パネルと展示資料が離れたところに位置することになり、関連資料として気づかずに通り過ぎた見学者は少なくなかったと思う。

もうひとつは会場が常設展示場内であり、自由なレイアウトができなかったことである。たとえば、貴重な歴史書はセキュリティの確実な展示ケースに置かなければならないが、そのケースは移動することができない。また、ケプラーの 3 法則など力学系の体験型展示はアンカーにより床に固定されていて、これらも移動できない。このような物理的制約があり、表 7 から表 11 まで流れの悪い展示となった。本来なら歴史の順序通りに配置すべきところ、離散した部分は少なくなく、このことから見学者が減じた個所があったと思う。

これらのことは会場マップがあればかなりの部分で回避できたであろう。計画通りに事は進まないのは常であるし、会場の物理的制約も企画展示場を持たない大阪市立科学館の宿命である。必要に応じて会場マップを作成すべきである。

故南部陽一郎先生には、SSB 展示に関して数々の助言をいただいております、南部展の主要な背景になった。南部先生に心より感謝の意を表す。また、大阪市立大学南部陽一郎物理学研究所には、解説パネルの制作や資料に関することなど、様々な面で協働していただき、特に学術面で深めることができた。原康夫先生からは書簡など貴重な実物資料の提供をいただき、南部の研究活動が生々しく想起できる企画展になった。その他、ここに書ききれない多くの方々の支援で南部展が実現した。支援いただいたみなさまに厚く御礼申し上げます。

¹ 書き起こしは次に掲載されている。
大阪市立科学館研究報告 19, 255-264 (2009)

² 伊藤昌市が 2005 年に撮影したビデオより

³ 表 1-5A)より抜粋

⁴ Y. Nambu “The Use of the Proper Time in Quantum Electrodynamics I” Progress of theoretical physics 5(1950) 82

⁵ Y. Nambu, K. Nishijima, Y. Yamaguchi “On the Nature of V-Particles, II” Progress of Theoretical Physics 6(1951)615

⁶ K. Nishijima, T. Nakano “Charge Independence for

V-particles” Progress of Theoretical Physics 10(1953) 581

⁷ Y.Nambu “Quasi-Particles and Gauge Invariance in the Theory of Superconductivity” Physical Review 117 (1960) 648

⁸ Y. Nambu, G.Jonalasinio “Dynamical Model of Elementary Particles Based on an Analogy with Superconductivity. I” Physical Review 122(1961) 345

⁹ Y. Nambu, G. Jonalasinio “Dynamical Model of Elementary Particles Based on an Analogy with Superconductivity. II” Physical Review 124(1961) 246

¹⁰ M. Y. Han, Y. Nambu “Three-Triplet Model with Double SU(3) Symmetry” Physical Review 139 (1965) 1006

¹¹ 糸山浩司が南部から入手したコピー

¹² 『広報とよなか』平成 22 年 1 月号

¹³ Y. Hara, Y. Nambu, and J. Schechter “Nonleptonic Decays of Hyperons” Phys. Rev. Lett. 16 (1966) 380

¹⁴ Y. Hara and Y. Nambu “Nonleptonic Decays of K Mesons” Phys. Rev. Lett. 16(1966)875

¹⁵ 「南部さん死去 科学教育への協力に感謝」産経新聞(大阪)2015 年 7 月 18 日朝刊

¹⁶ Y. Nambu “On Lagrangian and Hamiltonian Formalism” Prog. Theo. Phys. No2(1946)131-170

¹⁷ 南部陽一郎:「素粒子論の話」日本物理学会誌 1952 年 7 卷 2 号 77-83

¹⁸ ハイトラー著『輻射場の量子論』第 3 版 1954 年刊

¹⁹ 2005 年 12 月 2 日、大阪市立科学館で南部が語ったことによる。

²⁰ https://youtu.be/WX2Xoj_WUoI

<https://youtu.be/JxomAli9pDA>

²¹ “BROKEN SYMMETRY” Selected Papers of Y. Nambu (World Scientific Series in 20th Century Physics) 1995

²² <https://youtu.be/w0m-3tHTxvg>

²³ 「だえん de スー」

<https://www.sci-museum.jp/exhibit/f4/#anc01>

²⁴ <https://youtu.be/1FPqwutS2sQ>

²⁵ <https://youtu.be/q591UiOoPbY>

²⁶ <https://youtu.be/2mYmZ--IhNg>

²⁷ 齋藤吉彦:物理教育 Vol.53-2,103(2005)

²⁸ 齋藤吉彦、西松毅:近畿の物理教育第 14 2008 年 3 月

²⁹ 松浦康平、西岡里織、齋藤吉彦:大阪市立科学館研究報告 28, 105 - 108 (2018)

³⁰ <https://youtu.be/315ZgWosRwM>