

일본학술진흥회와 니시나 그룹의 우주선(宇宙線) 연구

오 동 훈

서울대학교

Japanese Society for the Promotion of Studies and Cosmic Ray Research of Nishina Group

OH Dong-Hoon
Seoul National University

ABSTRACT

Nihon Gakuzyutsu Shinkoukai(日本學術振興會, Japanese Society for the Promotion of Studies), which was the biggest foundation for the promotion of scientific researches before 1945, played an important role in constructing and maintaining the research networks of Japanese cosmic ray research groups. Especially the 10th Subcommittee for Cosmic Ray and Atomic Nucleus made the infrastructure of these fields. We can say that the substantial progress in cosmic ray research by Japanese began after the constitution of the 10th Subcommittee.

In the 1930~40s, Nishina Yoshio played the most important role in Japanese cosmic ray research funded by the 10th Subcommittee of Japanese Society for the Promotion of Studies. As the leader of cosmic ray research group in the Institute for Physical and Chemical Research, he opened Japanese's eyes to do 'organized research in collaboration' and established highly efficient research network among variety of individual research groups in Japan, making of the modern Japanese physics community centering around cosmic ray physics. Nishina's research group carried out a synthetic research on cosmic ray under his instruction.

Key Words: Nihon Gakuzyutsu Shinkoukai(日本學術振興會, Japanese Society for the Promotion of Studies), Nishina Yoshio, Nishina Group, Research Network, Cosmic Ray, Institute for Physical and Chemical Research

머리말

일본이 아시아·태평양전쟁에서 패하기 이전 물리학, 특히 우주선(cosmic ray, 宇宙線) 분야는 서양 선진국들과 어깨를 나란히 할 정도로 성장했다. 1930년대 초반까지만 하더라도 물리학의 주변 지역에 불과하던 일본 물리학계에서 이처럼 우주선 분야에서 커다란 발전을 할 수 있었던 데에는 1932년 설립된 日本學術振興會(이하 ‘학진’이라 약칭하기도 함)의 역할이 컸다. 특히 1934년 학진 내에 설치된 제10소위원회는 우주선 연구 자체는 물론 일본 우주선 물리학계에서의 연구 네트워크(research network)의 형성에 많은 도움을 주었다.¹⁾ 대부분 산업적, 군사적 연구가 주종이었던 학진 내에서 드물게 기초 과학 연구를 지향했던 제10소위원회는 척박한 환경에 처해있던 일본의 우주선 연구를 한 차원 높여주는 결과를 가져다주었던 것이다.

학진이 지원한 우주선 연구에서는 도쿄 이화학연구소(理化學研究所, 이하 ‘리켄’(理研)이라 약칭함)의 니시나 요시오(仁科芳雄, 1890-1951)가 이끈 연구그룹이 핵심적인 역할을 담당했다.²⁾ 니시나는 전후 노벨상을 수상한 두 사람의 물리학자 도모나가 신이치로(朝永振一郎)와 유카와 히데키(湯川秀樹)를 비롯, 여러 연구자들을 이끌면서 우주선·소립자에 대한 다양한 연구를 행하여 세계 물리학계에서의 일본의 위치를 크게 신장시켰다. 특히 일본에서 처음으로 시도된 우주선에 대한 다각적이고 종합적인 연구를 통해 ‘니시나 그룹’은

1) 필자가 말하는 ‘연구 네트워크’는 ‘연구그룹들 사이의 지속적인 교류와 협동 연구, 공동연구자들 그리고 그들의 연구 과정 및 내용’으로 규정할 수 있다. 과학·기술 연구에서의 네트워크 개념에 대한 보다 일반적인 논의는 이마이 겐이치(今井賢一) 편저(김동열 옮김), 『기술혁신과 기업조직』(비봉출판사, 1992)을 참조할 것.

2) 니시나 요시오는 1890년(메이지(明治) 23년)에 태어나 성년이 되기까지 메이지 천황의 치세에서 자랐고, 학자로서 성장하기 위한 고등교육은 다이쇼(大正) 시대에 받았으며 쇼와(昭和) 시대에 본격적인 과학자로서의 삶을 살았다. 이 시기 급격한 산업발전을 이룬 일본은 동아시아에서는 유일하게 서구의 선진 산업국가와 어깨를 나란히 하였다. 또한 그는 淸日戰爭(1894-5년)의 승리에서부터 아시아·태평양전쟁(1931-1945년)에서의 패배에 이르기까지 ‘帝國 일본’과 영욕을 같이했다. 메이지 이신(明治維新) 이후 100년이 채 안된 시기에 일어난 이 모든 변화는 어떤 나라에서도 볼 수 없었던 역동적인 것이었으며, 니시나의 삶도 그러한 환경의 영향을 끊임없이 받을 수밖에 없었다. 니시나는 출생지 오카야마(岡山)를 떠난 이후 일본제국의 상징이자 학문의 중심지였던 도쿄제국대학(東京帝國大學)에서 전기공학 공부를 하면서 과학기술자로서의 삶을 시작했다. 대학 졸업과 동시에 대학원과 理化學研究所라는 전혀 새로운 연구공간으로 나아갔고, 자신의 미래를 전기기계가 아니라 물리학에 맡겼다. 그는 1921년부터 7년 동안 당시 일본인으로서는 드물게 오랫동안 유럽의 물리학 중심지에서 새롭게 형성되던 양자역학을 배우고 일본의 연구방식과는 매우 다른 연구태도와 분위기를 체험했다. 1928년 일본에 돌아온 그는 半民半官의 종합연구소인 이화학연구소의 주임연구원으로서 평생 연구와 교육에 힘썼다.

패전 이전 일본 우주선 연구를 세계적인 수준으로 끌어올렸다.³⁾

이 논문은 패전 이전 일본학술진흥회의 학술·연구 지원사업의 내용과 성격을 구명하고 니시나 그룹을 중심으로 펼쳐진 우주선 연구의 내용과 그 특징을 살펴보기 위해 씌어졌다. 이 글에서 제시되는 주요 질문은 다음과 같다. 주로 산업적·군사적 관심에서 연구지원을

일본 물리학사에서 니시나가 차지하는 이와 같은 중요성 때문에 지금까지 그에 대한 몇몇 전기들이 저술되었으며, 특히 1990년에는 그의 탄생 백주년을 맞아 여러 기념 출판물과 영화가 제작되기도 했다. 朝永振一郎, 玉木英彦, 『仁科芳雄 傳記と回想』(みすず書房, 1952); 玉木英彦, 『仁科芳雄』(國土社, 1961); 玉木英彦, 岩城正夫, 『仁科芳雄』(國土社, 1976); 高橋智子, 日野川靜枝, 『科學者の現代史』(青木書店, 1995); 常石敬一 外, 『日本科學者伝』(小學館, 1995), pp. 207-17; “仁科芳雄博士生誕百周年記念特別寄稿集”, 『日本原子力學會誌』 32권 12호 (1990년 12월); “仁科芳雄生誕百周年特集”, 『アイソトープ ニュース』 438 (1990년 12월); “特輯 仁科芳雄生誕百周年記念”, 『物理學會誌』 45권 10호 (1990); “特集 核物理學誕生に入會った人”, 『無限大』 8 (1990); 玉木英彦, 江澤洋 編, 『仁科芳雄』(みすず書房, 1991); 鎌田甲一, 辻哲夫, 江澤洋 監修, 『映像評傳 仁科芳雄—現代物理學の父—』(山陽映畫, 1990); Masuo Suzuki and Ryogo Kubo eds., *Evolutionary Trends in the Physical Sciences* (New York: Springer-Verlag, 1991). 그러나 그 대부분은 그의 제자들 혹은 동료학자들의 회고이거나 뛰어난 과학자 니시나에 초점을 맞춘 계몽적인 것들로서 이러한 글들은 니시나에 대한 역사적 연구라기보다는 오히려 史料로서의 성격이 더 짙다. 니시나와 그의 연구그룹에 대한 종합적·역사적 연구는 필자의 학위논문 “니시나 요시오(仁科芳雄)와 일본 현대물리학” (서울대학교 대학원 박사학위논문, 1999)이 제공한다.

- 3) 니시나는 리켄의 자신의 연구실을 중심으로 실험실에 기초한(laboratory-based) 대규모의 연구집단을 이끌면서 조직적인 연구활동을 수행해 나갔다. 그는 지적, 제도적, 기술적, 심리적 그리고 재정적 기반을 공유한 대규모의 연구진을 각 연구주제별로 適材適所에 배치·조직하여 체계적인 연구를 주도하였다. 니시나의 연구는 그 혼자만의 연구가 아니라 그를 둘러싼 여러 사람들의 공동연구였던 셈이다. 이런 측면에서 필자는 니시나를 둘러싼 일단의 연구자들을 ‘니시나 그룹’이라 부른다. 니시나 그룹에는 리켄의 니시나연구실의 연구원은 물론 그와 지속적인 교류를 하면서 현대물리학 연구를 해나갔던 연구자들도 일부 포함된다.

모렐(J. B. Morrell)의 선구적 연구 이후 근·현대 과학사 서술에서 공통의 독트린, 방법, 스타일 등을 공유한 연구집단을 일컫는 말로 ‘연구학과(research school)’ 혹은 ‘그룹’을 사용하는 경향은 점차 확대되었다. 이처럼 과학사 연구에서 ‘개인’이 아니라 ‘집단’을 주목하는 경향은 최근의 과학활동에서 단순히 한 과학자가 자신의 골방에 틀어 박혀 혼자서 연구를 하는 형태보다는 ‘실험실’이라는 제도화된 공간을 기초로 여러 연구자들이 모여 연구를 진행하는 방식이 보편화된 데서 비롯되었다. 예를 들어 리비히(Justus von Liebig), J. J. 톰슨(Joseph. J. Thomson), 러더퍼드(Ernest Rutherford), 보어(Niels Bohr), 로렌스(Ernest O. Lawrence)가 이끈 연구그룹은 과학사에 있어서 연구학파의 좋은 예를 제공하고 있다. 학파(혹은 보다 중성적 용어로 ‘그룹’)에 대한 자세한 논의는 다음의 논저들을 참조할 것. J. B. Morrell, “The Chemist Breeders: The Research Schools of Liebig and Thomson,” *Ambix* 19 (1972), 1-46; Gerald L. Geison, “Scientific change, emerging specialties, and research schools,” *History of Science* 9 (1980), 20-40; Dong-Won Kim, “J. J. Thomson and the Emergence of Cavendish School, 1885-1900,” *BJHS* 28 (1995), 191-226; Finn Aaserud, *Redirecting Science: Niels Bohr, Philanthropy, and the Rise of Nuclear Physics* (Cambridge: Cambridge University Press, 1990); J. L. Heilbron and Robert W. Seidel, *Lawrence and his Laboratory: A History of the Lawrence Berkeley Laboratory* (Berkeley: University of California Press, 1989).

한 일본학술진흥회가 일본 우주선 연구에 끼친 영향은 어떤 것이었나? 학진의 지원은 일본내 우주선 연구자들의 네트워크 형성에 어떤 방식으로 도움을 주었는가? 니시나 그룹의 우주선에 대한 연구는 어떻게 진행되었으며 그 특징은 무엇이었나?

1. 일본학술진흥회의 종합연구 지원과 연구 네트워크

소위 ‘15년 전쟁’ 기간 동안 일본 최대의 학술 연구 지원단체는 재단법인 일본학술진흥회였다. 1932년 12월 28일 덴노(天皇)의 하사금 150만엔(円), 정부 보조금 100만엔과 재계의 기부를 합쳐 문부성 외부단체로 설립된 학진의 발족은 일본 과학사에 하나의 획을 긋는 사건이었다.⁴⁾ 학술 연구비 원조를 위해 설립된 학진은 “학술 연구를 진흥하고 그 응용을 꾀하며, 문화의 발전, 산업의 개발 및 국방의 충실에 도움을 주어 국운의 융성과 인류의 복지에 공헌하는 것”을 목적으로 하였는데, 이를 위한 사업으로 각종 연구의 지원과 연구자 육성, 연구 결과의 산업화 장려, 종합연구의 장려 등이 포함되었다.⁵⁾

학진은 설립 목적을 원활히 수행하기 위해 이사회, 평의회, 감사, 총무부, 학술부 등의 조직을 갖추었다. 이 중 연구 지원 사업을 담당한 학술부는 산하에 常置委員會, 小委員會, 特別委員會를 두었다. 상치위원회는 학진의 지원사업에 대한 심의 기관으로서 理·工·農·醫學뿐만 아니라 법률, 문학, 경제, 역사에 이르기까지 학문 전 분야에 걸쳐 12개의 위원회를 두었다.⁶⁾ 명실공히 학진은 학술 전반을 진흥하기 위한 종합재단이라 할 수 있다.

학진의 지원 사업에서는 몇 가지 특징이 나타나는데, 우선 당시 일본에 있던 여타 학술

4) 廣重徹, “科學研究體制の近代化”, 廣重徹編, 『日本資本主義と科學技術』(東京: 三一書房, 1962), pp. 13~65. 히로시게 데츠는 이 논문에서 일본 과학 연구 체제의 근대화를 ‘과학 연구가 자본주의적 생산 방식과 체제에 포섭되는 과정’으로 파악하고, 그 시점과 핵심적 계기로 1930년대 학진의 설립을 꼽고 있다. 그에 따르면, 학진의 역사적 중요성은 그것이 단지 많은 돈을 과학연구에 지원했다는 것에 있다 기보다는 과학 연구조직을 확대하고 과학 연구를 산업·군사적 문제와 결합시켰다는 점에 있다. 일본 과학사에서 학진의 의의에 대한 이러한 인식에 대해서는 필자도 상당 부분 동의하며, 이후 학진에 대한 여러 사항들은 히로시게의 선구적인 연구에서 많은 도움을 받고 있음을 밝혀둔다.

5) 학진의 설립 과정은 1932년에 발간된 『日本學術振興會年報』 제1호의 ‘설립 경과’를 참조할 것. 학진은 설립 목적을 달성하기 위해 다음의 열 가지 사업을 시행한다고 밝히고 있다. 1. 연구에 관한 제반 조사, 2. 학술 및 그 응용 연구에 대한 각종 원조, 3. 재능 있는 연구자의 양성을 돕는 일, 4. 연합연구의 장려·원조, 5. 중요문제의 연구상태를 조사하고 그 해결책 및 이의 실행방법을 講究하는 일, 6. 발명·고안에 대한 산업화 장려 및 원조, 7. 學術探險 여행비의 보조, 8. 학술문헌 출판 또는 출판비 보조, 9. 필요에 따른 연구 및 산업화와 그 외의 시험, 10. 그 외 이사회에서 적당하다고 인정하는 사업. 日本學術振興會, 『日本學術振興會年報』 제1호 (1932), 2~3.

지원기관에 비해 연구비 지원규모가 매우 컸다는 사실은 주목할 만하다. 학진은 연구비를 지원하기 위해 문부성에서 매년 70만엔(이후에 증액됨)의 국고 보조금을 받았고, 여기에 미츠이(三井), 미츠비시(三菱), 니혼염료(日本染料) 등을 비롯한 재계로부터도 기부를 받았다.⁷⁾ 7년간 지출된 연구비의 총 규모는 580여만엔에 이르렀고, 매년 평균 84만엔 정도의 돈을 지원하였다. 이는 당시 문부성 과학장려금 전체가 1년에 고작 7만엔 정도였고, 대학의 강좌당 연구비가 1만엔 내외, 그리고 帝國學士院에서 제공한 1년 연구비 총액이 5만엔 전후였다는 사실에 비추어볼 때 단순히 금액 자체만을 놓고 볼 때도 학진의 역할이 매우 컸음을 짐작할 수 있다.⁸⁾

학진 지원 사업의 두 번째 특징은 학술연구 중 기초연구 혹은 순수연구보다는 ‘응용연구’에 우선적으로 지원했다는 것이다. <표 1>은 1933년부터 1939년까지 학진이 지원한 개인연구 및 종합연구의 연구비 추이를 상치위원회별로 정리한 것이다. 우선 기타를 포함한 전체 13개의 분야에서 연구비 상위 5개는 기타(특별위원회 등), 제5(純正[基礎]化學, 응용화학, 약학, 농예화학, 화학공업), 제8(의학, 위생학), 제9(응용물리학, 기계공업, 선박공업, 항공기공업, 채광학, 야금학), 제10(응용전기학, 전기공업)상치위원회가 차지했다.

이러한 결과는 학진의 지원 사업이 앞에서 설명한 학진의 설립 목적과 잘 부합하고 있음을 나타내고 있다. 즉 학진에서 가장 집중적으로 지원한 분야는 ‘응용과학’ 혹은 ‘산업기술’이었던 것이다.

한편 학진의 연구비는 개인연구와 종합연구의 두 가지 방법으로 지출되었다. 개인연구 지원은 연구자가 학진에 신청을 하면 각 분야별로 12개의 상치위원회 및 공동심사위원들이 조사하여 연구비를 배분하는 형식을 취하였다. 신청한 연구 과제 중 건수로는 60-70%, 금액으로는 40% 정도가 채택·지원되었다. 개인 연구비 지원에서 주목할 만한 것은 연구자 양성을 위한 인건비 혹은 급여가 포함되어 있었고 대학원생도 연구비 수혜자가 될 수

6) 12개 상치위원회의 구체적인 분야는 다음과 같다. I(법률학, 정치학), II(철학, 역사, 문학), III(경제학, 상업학), IV(수학, 물리학, 천문학, 지구물리학), V(순수화학, 응용화학, 약학, 농예화학, 화학공업), VI(지질학, 지리학, 해양학), VII(동물학, 식물학, 인류학), VIII(의학, 위생학), IX(응용물리학, 기계공업, 선박공업, 항공기공업, 채광학, 야금학), X(응용전기학, 전기공업), XI(토목학, 건축학), XII(농학, 임학, 수의학, 수산학). 日本學術振興會, 『日本學術振興會年報』 제1호, 4~5.

7) 林雄二郎, 山岡義典, 『日本の財團』(中央公論社, 1984), p. 127.

8) 日本學術振興會, 『科學技術制度史—科學研究資料編』, p. 8; 科學技術政策史研究會編, 『日本の科學技術政策史』(東京: 未踏科學技術協會, 1990), p. 34; 廣重徹, “科學研究體制の近代化”, pp. 22~25.

9) 분야의 로마자 숫자 표기는 상치위원회를 말한다(주5 참조). 기타는 개인연구의 경우 여러 분야에 걸친 연구를 지칭하며, 종합연구의 경우에는 특별위원회와 1938년에 만들어진 物理探鑛試驗所の 지원경비이다.

〈표 1〉 일본학술진흥회 연구비 추이, 1933-1939년^{*)} (단위: 엔)

분 야		1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	총 계
I	개인	7,437	10,685	18,000	14,500	13,000	11,000	10,500	85,122
	종합	12,563	423	7,467	7,943	12,363	11,407	4,722	56,888
II	개인	38,333	37,620	33,510	28,483	24,966	28,250	19,927	211,089
	종합	-	1,870	10,499	10,657	10,663	4,500	3,649	41,838
III	개인	26,056	25,120	20,410	21,230	15,250	10,600	11,312	129,978
	종합	2,320	6,559	10,127	12,804	23,555	23,728	50,521	129,614
IV	개인	60,900	48,394	45,270	22,286	31,055	20,370	18,920	247,195
	종합	-	9,136	13,335	15,150	127,850	49,929	59,726	275,126
V	개인	117,320	114,810	73,750	68,400	58,732	55,800	47,290	536,102
	종합	-	3,989	10,942	20,046	25,700	43,281	98,930	202,888
VI	개인	52,400	34,800	41,000	27,950	15,000	21,020	16,815	208,985
	종합	-	-	-	-	6,281	14,591	17,419	38,291
VII	개인	19,550	24,669	46,286	23,355	18,090	17,860	15,340	165,150
	종합	-	20,547	7,919	8,900	11,052	16,052	22,026	86,496
VIII	개인	31,715	42,510	46,829	54,477	37,950	30,580	26,775	270,836
	종합	20,300	39,451	67,927	74,234	92,993	159,863	196,872	651,640
IX	개인	28,900	30,250	37,240	36,730	24,735	27,440	21,260	206,455
	종합	5,000	22,495	33,300	42,958	74,270	114,323	159,459	451,805
X	개인	24,700	33,400	37,400	25,130	14,000	15,600	13,520	163,750
	종합	20,000	35,397	38,791	40,030	53,468	67,478	108,052	363,216
XI	개인	12,630	24,110	20,180	18,981	16,300	18,350	13,620	124,171
	종합	-	6,514	9,394	9,923	13,560	22,382	62,606	124,379
XII	개인	25,050	24,800	32,655	38,540	27,440	23,630	27,460	199,575
	종합	-	2,104	4,882	6,397	8,271	7,469	5,605	34,728
기타	개인	3,900	6,410	1,550	19,850	15,400	29,800	45,000	121,910
	종합	3,000	11,152	12,664	50,914	70,862	265,269	316,017	729,878
총계	개인	448,891	457,578	454,080	399,912	311,918	310,300	287,639	2,670,318
	종합	63,183	159,637	227,247	299,956	530,888	800,272	1,105,553	3,186,736
	합계	512,074	617,215	681,327	699,868	842,806	1,110,572	1,393,192	5,857,054

*자료: 日本學術振興會, 『特別及び小委員による綜合研究の概要』(1939), pp. 9~12; 日本學術振興會, 『學振昭和14年度事業報告』(1940), pp. 272~5, 277.

있었다는 점인데, 이는 학문후속세대 양성이라는 측면에서 매우 진보적이고 고무적인 조치였다.¹⁰⁾

하지만 보다 관심을 끄는 것은 종합연구에 대한 지원이다. 종합연구는 상치위원회 산하에 소속된 소위원회나 여러 상치위원회에 관련된 광범위한 연구가 있을 경우 설치된 특별위원회를 통해 지원되었으며 패전 이전까지 설립된 특별위원회는 30개, 소위원회는 약 100개에 이르렀다.¹¹⁾ 종합연구를 통해 학진은 ‘국가 중요 문제의 해결’을 위한 일본 내의 연구역량을 최대한 이끌어내려 하였고, 그에 합당한 풍부한 연구 자금을 지원하였기 때문에 그 규모는 개인연구에 비해 훨씬 컸다. 예를 들어 1935년의 개인 연구비와 종합 연구비 건당 평균은 각각 1,161엔, 9,880엔이었고, 36년에는 각각 1,000엔, 10,343엔이었다. 특히 각 소위원회와 특별위원회의 규모가 얼마나 컸는지는 1933년부터 1940년까지 연구비 액수 상위 10개 위원회를 검토해보면 쉽게 드러난다. 이들 위원회의 연구비는 10만엔을 넘어 많은 것은 거의 40만엔에 육박할만큼 큰 액수였다.¹²⁾ 한 연구 과제에 지원된 연구비가 당시 문부성 과학장려금 전체의 몇배에 해당하는 큰 규모였던 것이다.

종합연구 지원도 경제적·군사적 효과가 있는 산업·군사·보건의료 기술에 집중되었다.¹³⁾ 특히 일본의 팽창정책을 뒷받침하기 위해 항공기 연료, 무선통신, 특수강, 아시아 전역에 대한 조사 등이 주요 연구 과제로 채택되었다는 사실은 주목할 만하다. 1936년 이후 리켄 콘체른의 활동도 주로 군사 연구를 중심으로 이루어졌다는 점을 상기할 때, 학진의 이러한 경향은 이 무렵 일본의 과학기술체제가 아시아 침략과정에서 요구된 군사력 증강과 깊은 관련이 있었음을 알 수 있다.¹⁴⁾

10) 廣重徹, “科學研究體制の近代化”, p. 27.

11) 廣重徹, “科學研究體制の近代化”, p. 27.

12) 廣重徹, “日本における核物理學の發展”, 廣重徹, 『科學と歴史』(みず書房, 1965), p. 220.

13) 이런 측면에서 볼 때 학진의 과학연구 지원 사업은 과학의 발전이라는 순기능과 함께 과학기술이 국가 및 자본에 예측되는 경향을 가속화시킨 측면도 있음을 상기할 필요가 있다.

14) 리켄은 연구비를 자체 조달하기 위한 한 방편으로 연구 성과에 기초한 발명품의 공업화를 지향했다. 이러한 발명의 공업화를 효과적으로 이끌기 위해 리켄은 理化學興業을 설립했다. 이후 리켄 콘체른이라 불리는 리켄 산업단의 모체가 되는 이화학흥업은 자본금 300만엔을 기초로 1927년 11월에 세워져 총 주식 3만주 중 5천주를 리켄이 갖고 나머지는 출자한 다른 기업가들이 보유하는 형태를 띠었다. 이후 자회사를 늘리는 방식으로 팽창한 리켄 산업단은 1939년에 이르러 총 63개사가 되었고, 일본뿐만 아니라 조선과 만주에까지 진출하였다. 과학 연구소로 출발한 것이 산업 재벌로 성장하였던 것이다. 齊藤憲, 『新興コンツェルン理研の研究』(時潮社, 1987), pp. 136~38, 170~76, 193, 317~22.

종합연구 지원의 더욱 큰 기여는 그 지원 규모보다 그것이 '연구 네트워크'의 활성화에 도움을 주었다는 데 있다. 우선 소위원회와 특별위원회에 소속되었던 위원들의 분포를 보자. 1939년 5월의 조사자료에 의하면 전체 위원 702명 가운데 7개의 제국대학을 비롯해 대학에 자리잡고 있었던 사람이 362명(이중 제국대학은 287명)으로 가장 많았고, 다음이 민간기업으로 114명, 그 외에 관청 및 관립 연구기관에 소속된 사람이 94명, 해군 48명, 육군 39명, 민간연구소와 협회 등에 적을 두고 있었던 사람이 23명, 그리고 기타가 22명이었다.¹⁵⁾ 이처럼 학진에는 다양한 소속의 연구자들이 고루 분포되어 있어서 네트워크를 구성할 때 필요한 인적 자원이 풍부했다.

학진은 다양하고 풍부한 인력을 바탕으로 각 방면의 연구자들의 상호 연락과 협력을 장려했다. 종합연구는 개인이 수행하기 힘든 큰 규모의 프로젝트를 여러 연구자 혹은 연구 집단들이 협동연구를 수행하는 방식으로 진행되었다. 따라서 연구 주제와 관련된 전국의 연구자들이 연구 네트워크를 형성할 수 있도록 도왔다.

실제로 학진 종합연구를 통해 해당 분야의 전국적 연구 네트워크가 형성된 사례가 많고 주목할만한 연구 성과도 상당했다. 예컨대 BCG접종과 같은 오늘날의 결핵 예방 체제는 제8소위원회에서 주도한 의학계, 생물학계, 화학계 전문가들의 협동연구의 결과였고, 1956년의 국제전자현미경회의의 무렵부터 그 우수함을 드러낸 일본의 전자현미경도 제37소위원회를 중심으로 관계 학자들의 협동연구에 의해 그 기초가 다져졌다.¹⁶⁾ 우리의 주목을 끄는 제10소위원회도 각각 중앙기상대, 리켄, 대학, 군에 속한 이들의 네트워크에 의해 구성되었다. 그리고 니시나 그룹의 우주선 관련 실험과 리켄과 오사카제국대학의 사이클로트론의 건설, 교토제국대학 및 리켄의 고전압발생 장치의 건설 등 패전 이전 우주선·원자핵 분야의 주요 성과들은 대부분 학진 제10소위원회의 도움을 받아 이루어졌다.

게다가 우리는 <표 1>에서 매우 흥미로운 사실 한 가지를 확인할 수 있다. 즉 학진의 연구비가 해마다 증가하는 가운데 개인연구 지원 총액은 오히려 감소하고 있으며, 그 대신 종합연구 지원은 해마다 급격하게 증가하였다는 점이다. 이것은 학진 지원 사업의 중추가 종합연구로 점차 이행되어 갔음을 의미한다. 결국 학진의 연구지원사업은 종합연구를 중심으로 진행되어 갔고, 종합연구의 활성화는 연구자들의 연구 네트워크 형성에 주요한 동력으로 작용했다고 볼 수 있는 것이다.

15) 日本學術振興會, 『特別及び小委員による綜合研究の概要』(1939), pp. 9-12. 위에서 알 수 있는 바와 같이 대학 교수를 제외하고 가장 많은 단일 집단은 군인이었다. 이것은 학진의 사업이 군사적 목적과 밀접한 관련이 있었음을 보여주는 한 증거이다.

16) 山崎俊雄, 『技術史』(東洋經濟新聞社, 1961), p. 220; 廣重徹, "科學研究體制の近代化", p. 31.

2. 제10소위원회의 설립과 활동

학진 제10소위원회는 1934년 1월 29일 中央氣象臺長 오카다 다케마쓰(岡田武松)와 도쿄 제국대학 교수 데라다 도라히코(寺田寅彦)의 제창으로 설립되었다. 위원장에는 오카다, 위원으로 데라다, 이시모토 미시오(石本巳四雄, 도쿄제대), 니시나(리켄), 기노시타 마사오(木下正雄, 리켄 및 도쿄제대)가 임명되었다. 이 위원회는 1934년 1월과 5월에 회합을 갖고 니시나를 연구주임으로 위촉하는 한편 연구에 필요한 기기의 정비에 대해 의견을 교환하였는데, 같은 해 5월부터는 도쿄제대 교수이자 리켄의 주임연구원이던 니시카와 쇼지(西川正治)도 합류하였다. 이 위원회의 실질적인 활동은 1935년 봄 니시나가 우주선 관측을 시행하면서부터 시작되었는데, 1937년 3월 우주선 외에 원자핵도 연구분야에 포함됨으로써 규모가 더욱 커졌다. 또한 이 때를 계기로 이해 3월 31일부터 나가오카 한타로(長岡半太郎, 리켄 및 제국학사원)가 위원장으로 취임하고, 아라카츠 분사쿠(荒勝文策, 교토제대), 기쿠치 세이시(菊池正士, 오사카제대 및 리켄), 스기우라 요시카츠(杉浦義勝, 리켄) 등이 위원회에 참여함으로써 실질적인 연구그룹을 중심으로 위원회가 구성되기에 이르렀다.¹⁷⁾ 이처럼 제10소위원회는 일본 내 우주선·원자핵 연구자들로 구성된 전국적인 네트워크를 구성하고 있었다.

한편 제10소위원회는 학진 종합연구 지원 프로그램에서 특이한 존재였다. 왜냐하면 ‘응용’의 가능성을 점치기 힘들었던 우주선 및 원자핵 분야가 연구비총액 순위 2위에까지 이르렀기 때문이다(〈표 2〉 참조).

20세기 초부터 그 존재가 알려진 우주선이 물리학자들의 주목을 끌게 된 것은 주로 우주선의 정체가 과연 무엇인가라는 문제, 즉 인식론적인 측면에서의 ‘과학적인’ 물음에서 기인하였다.¹⁸⁾ 특히 우주선을 구성하는 입자가 하전입자인가 중성입자인가 하는 것은 과학자들의 최대의 관심사였다. 나아가 1932년 우주선에서 입자의 궤적 촬영을 통해 디랙(P. A. M. Dirac)이 예언한 양전자가 발견되자 우주선은 새로운 입자들을 제공하는 ‘입자원’(particle source)으로서 물리학자들의 주목을 받았다.¹⁹⁾ 결국 제10소위원회가 발족한 1934년

17) 이 때 이시모토가 빠졌고, 데라다는 35년 12월에 사망했다. 그리고 44년 3월 해산될 때는 유카와 히데키도 멤버였다. 日本學術振興會, 『特別及び小委員會による綜合研究の概要(第四回)』(1939), pp. 172-3.

18) 우주선의 역사에 대해서는 Y. Sekido, and H. Elliot eds., *The Early History of Cosmic Ray Studies* (Dordrecht: Reidel, 1985); Bruno Rossi, *Cosmic Rays* (McGraw-Hill, 1964); P. M. S. Blackett, *Cosmic Rays* (Oxford: Clarendon, 1936) 등을 참조할 것.

〈표 2〉 일본학술진흥회 주요 위원회의 지출, 1933-1940년 (단위: 엔)

위 원 회	연 구 주 제	설 립	총지출 액수
제7특별위원회	항공기 연료	1937	366,256
제10소위원회	우주선 및 원자핵	1934	326,927
제1소위원회	무선통신장치	1933	206,345
제16소위원회	국가영양표준	1934	139,697
제19소위원회	특수강	1934	135,945
제5소위원회	항부식재료 및 부식방지	1933	130,355
제8소위원회	결핵예방	1938	118,372
제3소위원회	일본뇌염	1933	111,211
제24소위원회	주물연구	1936	110,800
제11소위원회	마이크로네시아 열대생물	1934	107,095
제2특별위원회	만주, 몽골, 중국의 경제개혁	1933	101,912

*자료: 『日本學術振興會事業報告』(1939); 『日本學術振興會年報』8 (1941). 廣重徹, “日本における核物理學の發展”, 廣重徹, 『科學と歴史』(みすず書房, 1965), p. 220에서 재인용.

무렵 우주선과 관련해서 별다른 응용의 가능성을 기대할 수 없었다.

그렇다면 제10소위원회는 기초연구만을 지향한 학진 종합연구 프로그램에서의 ‘이방인’이었을까? 학진은 단지 우주선과 원자핵이라는 순수 물리학 연구에 대한 관심만으로 30여 만엔이라는 거금을 지원하려 했을까?

제10소위원회의 기본적인 목적은 우주선과 원자핵에 대한 ‘물리학적’ 연구였다. 우주선의 경우 그 본질, 특성, 분포 그리고 그 발생과정의 탐구가, 원자핵 분야는 원자핵의 구조를 비롯해 원자핵의 인공변환, 인공 방사능 등에 대한 연구가 일차적인 연구목적이었다.

하지만 제10소위원회는 이미 우주선과 원자핵의 ‘응용가능성’도 염두에 두고 있었다. 제10소위원회의 설립 목적에 대해 학진은 다음과 같이 밝히고 있다.

19) 뿐만 아니라 블랙ETT(P. M. S. Blackett)과 오키알리니(G. Occhialini)는 케번디시연구소에서 동시 방전 계수관으로 둘러싸인 안개상자를 작동시켜 그 속에서 음·양 입자의 소나기(shower)를 관찰하였는데, 이 현상도 물리학자들의 관심을 끌기에 충분했다. P. M. S. Blackett and G. P. S. Occhialini, “Some Photographs of the Tracks of Penetrating Radiation,” *Proceedings of the Royal Society* 139 (1933), 699~727.

우주선 및 원자핵에 대해 종합연구를 행하는 것으로 이 종합연구는 각각의 종합연구임은 물론 양 연구는 상통하는 바가 많으므로 공통으로도 종합연구를 행하는 것이다. 우주선에 대해서는 그 본질 및 발생기를 명확하게 하고 물질과의 상호작용을 연구하여 이것이 지구상의 여러 현상에 미치는 영향을 탐구한다. 나아가 생물에 대한 작용을 연구하는 것인데, 그 첫걸음으로서 일본 및 세계의 여러 지점에서 우주선 강도의 연속적 동시관측을 행하고 이것과 기상, 지구자기, K-H전리층 등 지구물리학적 현상 및 천체 현상과의 관련을 구명한다. 더 나아가 해외 제국과의 연락을 유지하여 지구상의 우주선 강도 분포를 알고 또한 성층권에서 우주선 측정을 하여 소기의 목적의 일단을 달성시키려는 것이다. 그리고 원자핵에 관한 분과에서는 원자핵의 구조, 원소의 인공변환, 인공방사성 등을 연구하고 그 결과를 의학, 기술, 화학 그리고 생물학에 응용하는 것이다(밑줄은 필자).²⁰⁾

이처럼 제10소위원회의 우주선·원자핵물리학에 대한 종합연구를 지원하는 궁극적인 목적은 기초 연구에 머무는 것이 아니라 더 나아가 그 성과를 기상, 의학, 기술 등에 응용하여 경제적 성과를 얻는 것이었다.²¹⁾ 니시나가 제10소위원회로부터의 지원을 바탕으로 사이클로트론을 제작했을 때 생물학과 의학에의 응용을 전면에 내세운 것도 위와 같은 제10소위원회의 설립목적에 부합하기 위한 것이었다고 이해할 수 있다.²²⁾

제10소위원회의 발족에 따라 일본의 우주선 연구는 새로운 단계에 접어들게 되었다. 특히 니시나 그룹을 중심으로 한 우주선 연구자들은 우주선 연구에 본격적으로 뛰어들 수 있었다. 니시나는 제10소위원회의 간사 겸 연구주임으로 위촉됨으로써 소위원회가 관장하

20) 日本學術振興會, 『特別及び小委員會による綜合研究の概要(第四回)』, p. 167.

21) 앞에서 지적한 바대로 학진 소위원회는 대부분 군사적인 목적과 직·간접적으로 관련 있는 분야에 연구비를 지원하였다. 하지만 원자핵 연구 특히, 사이클로트론이 우라늄 동위원소의 생산과 분리 및 핵분열 실험에 사용되었다는 사실로부터 제10소위원회의 지원이 군사적 목적에서 이루어졌다고 생각하기 쉽지만 그것은 사실과 다르다. 우선 제10소위원회가 만들어진 34년 당시에는 우주선은 전혀 군사적인 연구와 관련이 없었으며 37년에 원자핵이 소위원회의 지원대상에 포함되었을 때도 군사적인 고려는 전혀 없었다. 결국 1940년 이전의 상황에서 학진의 관계자들이 생각한 ‘응용’의 범주에는 원자탄이 들어있지는 않았다고 볼 수 있다. 다만 1940년대에 이르러 일본 육군과 해군의 지원 아래 원자탄 제조에 관한 기초 연구가 진행된 바 있다. 비록 기초적인 단계에 머물렀지만 일본 원자탄 연구에서도 니시나 그룹이 핵심적인 역할을 담당하였다. 일본의 원자탄 개발 계획에 대한 보다 자세한 내용은 讀賣新聞社編, 『昭和史の天皇4』(東京: 讀賣新聞社, 1968); 日本科學史學會編, 『日本科學技術史大系13: 物理科學』(第一法規出版, 1967); Morris F. Low, “Japan’s Secret War? ‘Instant’ Scientific Manpower and Japan’s World War II Atomic Bomb Project,” *Annals of Science* 47 (1990), 347-360; Deborah Shapley, “Nuclear Weapons History: Japan’s Wartime Bomb Projects Revealed,” *Science* 199 (1978), 152-7; John W. Dower, “Japan’s Secret War,” *Bulletin of the Atomic Scientists* 43(1) (1986), 61-2; Robert K. Wilcox, *Japan’s Secret War* (New York: Morrow and Company, Inc., 1995) 등을 참조할 것.

22) 矢崎爲一, “研究室概観: 理化學研究所原子核實驗室,” 『科學』 7 (1937), 292.

게 된 우주선 관측과 실험의 주도권을 쥐게 되었고, 리켄의 그의 연구실은 일본 우주선 연구의 주요 거점이 되었다.²³⁾

니시나는 1932년부터 사가네 료키치(嵯峨根遼吉), 다케우치 마사(竹内稯)를 중심으로 안개상자, 우주선계 제작 그룹을 두어 우주선 연구에 대비하였으나 많은 인력과 경비가 소요되는 대규모 관측에까지는 나아가지 못하고 있었다. 그러한 노력이 실제로 관측 작업으로 제대로 연결된 것은 바로 제10소위원회가 구체적인 활동을 시작한 1935년 초 이후였다. 이런 측면에서 1935년은 니시나 그룹의 연구뿐만 아니라 일본의 우주선 연구에서도 분수령이 되는 해였다고 볼 수 있다.

한편 제10소위원회의 후원에 힘입어 리켄의 니시나연구실에는 1935년을 전후하여 새롭게 연구진이 보강되었다. 예를 들어 1935년에 사가네 밑에 스기모토 아사오(杉本朝雄)와 아마키 도시오(天木敏夫)가 들어왔다. 스기모토는 도쿄제대에서 실험을, 아마키는 리켄에서 중성자 연구용의 선형증폭기에 대한 연구를 시작하였다. 또한 우주선계의 제작을 맡았던 이시이 치히로(石井千尋, 1935년), 야마자키 후미오(山崎文男, 1935년), 미야자키 도모키오(宮崎友喜雄, 1935년), 아사노 요시히로(淺野芳廣, 1935년), 세키도 야타로(關戸彌太郎, 1935년) 등 1930년대 후반 니시나 그룹에서 우주선 연구를 주도한 핵심 멤버들이 속속 합류했다. 이시이는 원래 리켄의 기노시타 스에키치(木下季吉)의 연구실에 있던 인물로 사가네가 1935년 8월 미국으로 떠나게 되자 그가 하던 일을 맡아 전리상자에 대한 연구를 했다. 야마자키는 홋카이도(北海道) 대학의 나카야 우키치로(中谷宇吉郎)의 지도 아래 안개상자를 이용한 방전 현상을 연구하고 있다가 니시나의 권유에 의해 35년 1월 우주선 그룹에 합류하였다. 뿐만 아니라 니시나는 제10소위원회의 연구 책임자라는 지위를 활용하여 중앙기상대, 日本郵船, 해군, 鐵道省, 미즈이(三井), 비츠비시(三菱) 등 관민군의 지원을 받아낼 수 있었다. 이처럼 제10소위원회의 도움으로 장비의 도입과 개량, 연구인력의 충원 그리고 연구에 필요한 금전적·사회적 지원을 확보한 니시나 그룹은 1935년부터는 지상, 상공, 수중, 지하에서의 우주선 측정을 본격적으로 전개할 수 있었다.²⁴⁾

3. 니시나 그룹의 우주선 연구

23) 辻哲夫, “理研時代と日本の物理學”, 玉木英彦, 江澤洋 編, 『仁科芳雄』, p. 26.

24) 宮崎友喜雄, “電離箱, 計數管による宇宙線研究”, 『日本物理學會誌』 45권 10호 (1990), 733.

니시나는 우주선의 중요성을 일찍 간파하고 1932년부터 우주선 연구에 뛰어들었지만 연구비와 연구인력의 부족으로 초기 2-3년은 단지 필요한 기구를 제작하는 단계에 머무르고 있었다. 그러다가 1935년 이후 일본학술진흥회 제10소위원회의 지원을 받게 되자 니시나 그룹은 비로소 활발한 우주선 관측 활동을 전개할 수 있었다.

우주선 연구에서 니시나 그룹은 다음의 몇 가지 문제에 주목하고 있었다. 첫째, 각 지역의 우주선의 세기는 어느 정도인가? 둘째, 우주선의 본질은 무엇인가? 셋째, 우주선에서 새로운 입자들을 찾을 수 없는가? 넷째, 우주선이 기후에 어떤 영향을 미치는가? 이러한 관심에 따라 니시나와 그의 연구진은 매우 오랜 기간 동안 다양하고 많은 관측 활동을 하였다.

우주선과 관련하여 니시나연구실의 최초의 작업은 사가네 료키치(嵯峨根遼吉)가 중심이 된 가이거-밀러 계수관(이하 'GM관'이라 약칭) 제작이었다. GM관은 사가네가 설계하고 리켄 공작부에서 제작하였는데, 이것은 일본 최초의 GM관이었다.²⁵⁾ 이후 사가네는 다케우치 마사(竹内梗)에게 GM관 공작을 맡기고 자신은 안개상자를 만드는 데 열중하였다. 그 무렵 니시나는 GM관의 방전수를 자동적으로 기록하는 장치를 공작계에 주문해 두었는데, 이것이 만들어진 것은 1932년 말에 이르러서였다. 한편 사가네는 우주선 궤적 촬영용으로 피스톤이 수평으로 움직이는 안개상자를 설계하여 1932년 후반에 리켄 공작계에 제작을 의뢰하였다.²⁶⁾ 사가네는 도쿄제대의 기노시타 스에키치(木下季吉), 시미즈 다케오(清水武雄)의 연구진에서 활약한 경험이 있었기 때문에 안개상자에 정통해 있었다.²⁷⁾ 이 장치는 안개상자를 끼워둔 두 개의 GM관에서 나오는 신호로 작동하게 설계된 것으로 처음에는 GM관을 사용하지 않고 궤적을 촬영하려 했으나 광원이 불충분하여 당시 카메라의 감광재료의 감도로는 촬영을 할 수 없게 되자 여러 방안을 고심한 끝에 결국 GM관을 사용하고

25) 竹内梗, "仁科研究室・宇宙線・霧箱", 『物理學會誌』 45권 10호 (1990), 730.

26) 리켄에서의 연구활성화는 자율성과 풍부한 자금 외에 공작계를 비롯한 연구실 지원 기구에 힘입은 바 컸다. 리켄의 각 연구실에는 倉庫係, 圖書係, 研究成績發表係, 幻燈係, 工作係, 電氣係, 機械係 등 7개의 계가 배속되어 연구를 측면에서 지원했다. 물론 리켄의 심장부는 각 연구실이었지만 연구 성과의 실용화 혹은 공업적 시험에서 이들 지원계의 역할은 매우 중요했다. 또한 리켄은 설립 이후 공작계의 所員을 외국에 유학시켜 외국의 새로운 과학 기기를 만드는 방법을 습득하게 하는 등 적극적인 투자를 함으로써 연구에 필요한 각종 기구와 기기를 국산화하여 신속하게 조달할 수 있었는데, 이는 당시 리켄의 또 다른 자랑이었다. 宮崎友喜雄, "理化學研究所のあゆみと現状", 『自然』 (1978년 12월 増刊號), 15. 리켄 공작계에 대한 좀 더 자세한 사항은 天野鐵次, 磯部源藏, 岡部福三郎, 河原雅雄, 近藤樺仙, 田野孝一, 堀内貞藏, 町田秀雄, 菅義夫, 福井伸二, 宮崎友喜雄, 小山政史, "座談會: 研究水準を支えた工作陣", 『自然』 (1978년 12월 増刊號), 58~67을 참조할 것.

27) 기노시타와 시미즈는 당시 원자핵 연구의 중심지 중의 하나였던 영국 케임브리지에서 원자핵, 방사능 관련 연구를 수행한 바 있었다. 특히 기노시타는 러더퍼드의 알파입자 산란 실험에 크게 기여하기도 했다.

자장을 걸어 촬영이 가능하도록 만든 것이었다. 이 장치의 제작이 완료된 것은 1932년 말에서 1933년 초였다.²⁸⁾ 하지만 이 시기에 제작된 관측기구들로 본격적인 관측활동을 수행하기까지는 학진 제10소위원회의 도움을 기다려야만 했다.

제10소위원회의 지원을 받아 본격적으로 시작된 우주선 지상관측은 1935년 4월 8일부터 10일까지 이시이, 야마자키, 아사노 등이 컴프턴형 우주선계를 가지고 하코네(箱根)산의 측후소(해발 900m)에서 우주선 강도를 측정함으로써 본격적으로 시작되었다. 이해 8월에는 역시 컴프턴형 우주선계로 후지(富士)산 정상(해발 3720미터)에서 우주선의 세기를 측정하여 그 세기가 도쿄의 2.7배에 이른다는 사실을 알아내기도 했다.²⁹⁾ 한편 니시나연구실 우주선 연구진은 1936년 5월부터 7월까지 홋카이도의 샤리가쿠(斜里岳)에서 일식 때의 우주선 관측 활동에 들어갔다. 6월 19일의 개기일식 때는 새로운 네허형 우주선계를 사용하여 샤리가쿠 정상 부근에서 우주선 관측을 했다.³⁰⁾ 그러나 일식에 의한 우주선의 강도 변화는 관측하지 못하였다.³¹⁾

한편 니시나그룹은 1935년부터 우주선의 궤적 관측을 위해 대형 안개상자를 제작하면서 동시에 우주선 강도의 시간적 변화를 관측하는 데 정밀도를 높이기 위해 대형 전리상자의 설계·제작을 개시하였다. 이후에 ‘리켄형’ 혹은 ‘니시나형’이라 일컬어진 이 대형 안개상

28) 竹内柁, “仁科研究室・宇宙線・霧箱”, p. 730. 안개상자를 만들면서 니시나는 1933년 5월 15일에 블랙에게 편지를 보내 계수관 제어 방식의 안개상자의 조명에 대해 문의하기도 했다. 또한 니시나, 사가네, 다케우치 등은 안개상자와 관련된 자신들의 활동을 일본 수물리학회 강연과 리켄 학술강연회에서 계속해서 발표하였다. 예를 들어 1933년 11월 15일 리켄 제24회 學術講演會, 仁科芳雄, 嵯峨根遼吉, 竹内柁, “ウイルスン霧函による宇宙線の研究”, 1934년 4월 8일 數物學會年會講演, 仁科芳雄, 嵯峨根遼吉, 竹内柁, “ウイルスン霧函による宇宙線の研究”, 1934년 5월 23일 리켄 제25회 學術講演會, 仁科芳雄, 嵯峨根遼吉, 竹内柁, 富田良次, “ウイルスン霧函による宇宙線の研究” 등이 그것이다.

29) 1935년 11월 20일 理研 제28회 學術講演會, 仁科芳雄, 石井千尋, 淺野芳廣, 山崎文男, “富士山に於ける宇宙線の觀測”.

30) 밀리컨(Robert Millikan)의 공동 연구자였던 네허(H. V. Neher)가 발명한 네허형 우주선계는 직경 15cm 정도의 구형 전리상자로 내부의 압력이 15기압에 이르도록 아르곤을 주입하고 그 중심부에 자신이 고안·제작한 전기계를 넣어 우주선을 검출하는 장치였다. 네허는 1935년 11월 일본을 방문하여 우주선에 대한 강연을 행하였는데, 이때 그는 자신이 발명한 네허형 우주선계를 공개하였다. 니시나는 이 장치의 우수성에 주목하고 네허형 우주선계를 미국에 주문하여 다음 해인 1936년에 손에 넣을 수 있었다. 이 우주선계는 휴대가 용이하고 취급이 간단하여 여러 연구에 광범위하게 사용되었다. 예를 들어 이 장치는 선상, 지상, 지하에서의 우주선 관측은 물론 나중에 히로시마, 나가사키의 피폭 이후 방사능 측정에 사용되기도 했다. 宮崎友喜雄, “電離箱, 計數管による宇宙線研究”, 玉木英彦, 江澤洋 編, 『仁科芳雄』, pp. 112~3.

31) Y. Nishina, C. Ishii, Y. Asano, Y. Sekido, “Measurements of Cosmic Ray during the Solar Eclipse of June 19, 1936,” *Jap. J. Astr. Geophys.* 14 (1937). 1936년 11월 18일 理研 제30회 學術講演會, 仁科芳雄, 石井千尋, 淺野芳廣, 關戸彌太郎, “日蝕と宇宙線”.

자는 10소위원회의 지원 아래 요코스카(横須賀)의 海軍工廠에서 1935-6년에 걸쳐 제작되었고, 안개상자에 필요한 대전자석은 이시이 치히로와 다케우치 마사를 중심으로 이루어졌다. 대전자석은 이들의 그룹의 연구를 기초로 하여 시바우라제작소(芝浦製作所)에서 최종적으로 설계·제작되었는데 그 무게가 약 15톤에 이르는 거대한 전자석이였다. 이 대전자석은 500암페어라는 대규모 직류 전원을 필요로 하였기 때문에 니시나는 10소위원회의 연구주임 자격으로 해군 당국에 의뢰하여 직류 大電源 사용에 대한 특별 허가를 받아 요코스카에서 연구를 진행하였다. 잠수함은 잠수중에 사용하기 위한 거대한 축전지가 필요했기 때문에 이 축전지를 재빨리 충전하기 위해 많은 전류를 흘려줄 수 있는 특수한 직류 전원이 요코스카에 있었던 것이다.³²⁾

한편 당시 28세의 오사카대학 강사 유카와 히데키가 1934-5년 제안한 중간자 가설도 우주선 연구와 깊은 관련이 있었다. 우주선이라는 자연 ‘가속기’가 제공한 고에너지 입자 빔(beam)이 소립자 물리학의 여러 의문들을 푸는 열쇠를 제공할 것으로 기대되었기 때문이다.

1935년 유카와는 어떤 힘이 미치는 영역과 교환되는 힘을 낳는 입자의 질량 사이에는 단순한 관계가 있음을 깨달았다. 1935년 유카와가 『일본수학물리학회논문집』에 실은 영문 논문은 전적으로 옳지는 않았지만 획기적인 생각을 담고 있었다.³³⁾ 유카와는 전자기장과 전자기력에 광자가 관련되어 있다는 잘 알려진 사실로부터 핵력장에 관계되는 양자는 무엇일까 하는 문제를 생각했다.³⁴⁾ 그리고 불확정성 원리와 상대론을 응용하여 핵력을 매개하는 입자는 유한한 질량을 가지며, 정지 질량이 전자의 200배(정지했을 때 에너지가 100MeV) 가량 될 것이라고 계산했다. 나아가 이 입자는 세 가지 형태, 즉 전기적으로 중성, 양전기, 또는 음전기를 띠는 것이며, 그 크기는 양성자의 전하와 동일하다고 결론지었다.³⁵⁾ 유카와의 논문은 주목을 끌었지만 큰 반향을 일으키지는 못했고 발표 당시 그의 이론을 정확하게 이해한 사람은 니시나와 도모나가 정도였다. 당시에는 아무도 유카와가 가정한 입자를 본 사람이 없었으며, 어떤 이들은 새로운 입자를 가정하는 데 대한 거부감도 표시하였다.³⁶⁾

하지만 1937년 우주선을 연구하던 앤더슨과 네더마이어(S. H. Neddermeyer), 스티븐슨

32) 朝永振一郎, “原子核物理の思い出”, 朝永振一郎(著作集6), 『開かれた研究所と指導者たち』(東京: みすず書房, 1982), p. 40.

33) Hideki Yukawa, “On the interaction of elementary particles I,” *Proc. Phys.-Math. Soc. Japan* 17 (1935), 48~57.

34) Laurie M. Brown, “Yukawa in the 1930s: A Gentle Revolutionary,” *Historia Scientiarum* 36 (1989), 9~13. 중간자 이론의 유래에 대한 유카와 자신의 회고로는 湯川秀樹, “ベータ崩壊の古代史”, 『自然』 1975년 7월호, 28~39가 있다.

(E. C. Stevenson), 스트리트 등이 전자와 양성자의 중간의 질량을 가진 우주선 입자를 발견하고, 그 질량이 대략 전자의 200배에 이른다는 사실을 알아내자 상황은 급변했다.³⁷⁾ 질량이 전자와 양성자의 중간이라는 의미에서 “메조트론(mesotron)”이라 불린 이 입자는 매우 불안정해서 자유 입자일 때는 평균 수명이 2×10^{-6} 초에 불과하였다. 평균 수명은 여러 고도에서 그리고 여러 가지 각도에서 우주선 강도를 측정한 것에 기초를 둔 정교한 추론에 의해서 추정된 것이었다.³⁸⁾

서양의 물리학자들은 물론 일본의 물리학자들 특히 니시나는 유카와가 예언한 것과 비교될 수 있는 질량을 가진 입자가 존재한다는 사실에 크게 자극되었다. 니시나, 다케우치, 이치미야는 ‘우주선 입자의 본성’을 다룬 논문에서 서양에서의 선행 연구들³⁹⁾에 대한 지지를 보내면서, 일본에서도 중간자 가설을 확인하기 위해 에너지의 크기에 따라 전자와 양성자 등을 구분하여 납판에서의 에너지 감소율을 측정하는 실험을 하였다.⁴⁰⁾ 서구의 연구자들에 의하면 전리상자를 통해 硬軟二成分을 판별할 수 있으며, 적당한 두께의 납판에 충돌

35) Hideki Yukawa, “On the interaction of elementary particles I,” 48, 1935년에 이르러서야 논문으로 발표되기는 했으나 유카와는 이 입자의 가능성에 대해 이미 1933년부터 생각하고 있었다. 그러나 그 당시 그는 오로지 페르미온(Fermion)에 집착한 나머지 문제를 제대로 해결하지 못하고 있었다. 유카와는 1933년 4월 도호쿠대학에서 열린 일본수학물리학회에서 “핵내 전자의 문제에 대한 일고찰”이란 짧은 논문을 발표했는데, 여기서 그는 핵 내부의 힘이 하이젠베르크가 제시한 전자의 교환에 의해서는 해결되지 않음을 지적하고, 핵력을 설명하기 위해서는 다른 방식이 도입되어야 한다고 주장하였다. 이 발표 당시 니시나는 질량을 가진 소립자가 일반적으로 페르미온이라는 사실에 너무 집착하지 말고 보즈-아인슈타인 통계(Bose-Einstein statistics)에 따르는 전자의 존재 가능성에 대해서도 생각해 보라는 권유를 하였다. 이것은 당시 기존의 소립자 이론에 깊이 빠져있던 유카와에게 신선한 충격이었다. 이후 유카와는 핵력을 설명하기 위해서는 보즈-아인슈타인 통계를 따르면서 전자보다는 훨씬 무거운 입자, 즉 중간자를 도입해야만 한다는 점을 깨닫고 마침내 1934년 11월 도쿄대학에서 열린 數物學會常會에서 중간자론을 제창하였던 것이다. 바로 이 때 발표한 논문이 바로 같은 해 11월 17일 접수되어 1935년의 역사적 논문으로 출판되었다. 湯川秀樹, “核内電子の問題に對する一考察”, 『數物學會誌』 제7권 2호, 日本物理學會編, 『日本の物理學史(下): 資料編』(東海大學出版會, 1978), p. 319; 湯川秀樹, “素粒子研究の思い出”, 日本物理學會編, 『日本の物理學史(上): 歴史・回想編』(東海大學出版會, 1978), p. 575.

36) 보어 같은 사람이 대표적인 경우이다. 보어는 1937년 4월 일본을 방문했을 때 니시나의 주선으로 유카와를 만난 바 있었다. 이 때 그는 유카와에게 검정되기 힘든 또 다른 소립자를 생각할 필요가 없다는 식으로 반응하였다고 한다. 그러나 보어는 귀국하기 위해 태평양을 건너고 있던 중 앤더슨이 우주선에서 ‘유카와가 예언한 입자’를 발견했다는 소식을 접했다.

37) J. C. Street and E. C. Stevenson, *Bull. Am. Phys. Soc.*, Vol. 12 No. 2 (1937), 13; S. H. Neddermeyer and C. D. Anderson, *Phys. Rev.* 51 (1937), 884. 1937년 유카와는 자신이 예언한 입자가 바로 우주선 속에서 이들이 발견한 입자라는 견해를 피력하였고, 오펜하이머와 서버, 스투켈베르크도 우주선 입자가 ‘유카와 입자’일 가능성을 시사했다. H. Yukawa, *Proc. Phys.-Math. Soc. Japan* 19 (1937), 712; J. R. Oppenheimer, R. Serber, *Phys. Rev.* 51 (1937), 117; E. C. G. Stukelberg, *Phys. Rev.* 52 (1937), 41.

38) Emilio Segrè, *From X-ray to Quark* (San Francisco: Freeman, 1980), pp. 247-8.

시킨 우주선이 샤워 현상을 일으킬 때 그 에너지 손실을 측정할 수 있다는 것이었다. 37년 중반 니시나는 안개상자 속에 납을 넣고 에너지의 손실을 측정하라는 지시를 자신의 연구원들에게 내렸다. 최초로 시도한 것은 두께가 1.5cm인 납판을 직경 40cm의 윌슨 안개상자에 설치하고 17,000에르스텝의 자장을 건 실험이었다. 이 실험을 통해 니시나 그룹은 강한 자장에서 동시 방전을 일으키고 윌슨 안개상자를 통과할 만한 큰 에너지를 가진 우주선 입자 중 전자와 양전자의 구성비율은 10-20%에 이르며, 나머지는 무거운 입자라는 결론을 얻었다.

그런데 여기서 놀랄만한 결과가 나타났다. 무거운 입자들 중에는 음양의 전하가 다 관측되었고, 같은 운동량을 가진 양성자보다 훨씬 큰 투과력을 가졌으며 동시에 궤적의 전리밀도는 훨씬 작은 입자들이 존재했던 것이다.⁴¹⁾ 이 결과는 전자보다는 무겁고, 양성자보다는 가벼운 새로운 입자 즉 '유크와가 제안한 입자'의 존재 가능성을 암시하는 것이었다. 하지만 앞서 언급했듯이 중간 정도의 질량을 가진 입자의 관측은 이미 니시나의 연구진보다 조금 앞서 서양의 연구자들이 그 존재를 발표했다. 스트리트와 스티븐슨, 앤더슨과 네더마이어 등은 니시나 그룹과 비슷한 결과를 내놓았고, 크루사드(J. Crussard)와 레프린스-링게(L. Leprince-Ringuet)도 역시 전자보다 에너지를 덜 잃으면서, 양성자보다는 전리도가 작은 새로운 입자의 존재를 파악하고 있었다.⁴²⁾ 이에 따라 니시나 그룹은 새로운 입자의 질량을 더욱 정확하게 측정하는 데 노력을 기울이게 되었다. 니시나는 '새로운 입자'의 질량을 측정하기 위해 납을 통과하는 입자의 운동량이나 에너지 함수가 질량의 차이를 잘 나타내 준다는 사실에 착안하여 여러 영역에서의 질량-운동량 곡선을 얻었다. 이 작업은 이론 부문 연구자 고바야시 미노루가 블로흐(F. Bloch)의 이온화 損失量 공식에 의거하여 질량이 양성자의 1/2, 1/7, 1/10인 경우에 대해 각각 그 입자의 에너지와 그 손실량과의 관계를 세 개의 곡선으로 표시하였다.⁴³⁾ 이러한 관계식을 확인하기 위해 연구자들은 윌슨상자에 두께

39) 컴프턴과 베테 등은 해수면 가까이의 軟成分(soft component)은 전자와 투과해 온 양성자로 구성되어 있다는 관측 결과를 발표했고, 바바와 하이틀러, 오펜하이머, 카슨 등은 이에 대한 이론적 설명을 내놓았었다. A. H. Compton and H. A. Bethe, *Nature* 134 (1934), 734; P. Auger, *J. de Phys.* 6 (1935), 226; C. D. Anderson and S. H. Neddermeyer, *Phys. Rev.* 50 (1936), 268; H. J. Bhabha and W. Heitler, *Proc. Roy. Soc. A* 159 (1937), 432; J. F. Carlson and J. R. Oppenheimer, *Phys. Rev.* 51 (1937), 220.

40) Y. Nishina, M. Takeuchi, T. Ichimiya, "On the Nature of Cosmic-Ray Particles," *Phys. Rev.* 52 (1937), 1198-9.

41) Nishina, Takeuchi, Ichimiya, "On the Nature of Cosmic-Ray Particles," 1199.

42) J. C. Street and E. C. Stevenson, "Penetrating Corpuscular Component of the Cosmic Radiation," *Phys. Rev.* 51 (1937), 1005; S. H. Neddermeyer and C. D. Anderson, "Note on the Nature of Cosmic Ray Particles," *Phys. Rev.* 51 (1937), 884-6; J. Crussard and L. Leprince-Ringuet, *J. de Phys.* 8 (1937), 215.

3.5cm의 납판을 삽입하고 우주선의 전자 성분(electronic component)을 제거하기 위해 20cm 두께의 납덩어리를 월슨상자 위에 설치하였다. 이러한 실험을 통해 질량측정이 가능한 궤적이 촬영된 것은 37년 8월이었고, 니시나 그룹은 이 궤적을 분석하여 입자의 에너지 손실을 조사한 결과 입자의 질량이 대략 양성자 질량의 1/7, 1/10이라는 것을 알아냈다. 그리고 1939년 1월에 이르러 관측된 궤적을 기초로 상대론적 효과를 감안하여 계산한 결과 메조트론의 질량을 전자의 180 ± 20 배로 결론지었다.⁴³⁾ 이처럼 유카와가 예측한 ‘신입자’의 존재가 일본에서 확실하게 인식된 것은 1937년 말이었고, 그 질량이 상당히 정확하게 측정된 것은 1939년 초였다.

위도 효과와 우주선의 본질에 대한 탐구도 니시나 그룹의 주요한 연구주제였다. 당시 우주선이 지구의 외부에서 들어오는 입자라는 것은 알려져 있었으나, 과학자들은 그 정체에 대해서는 아직 완전히 이해하고 있지 못했다. 하지만 1927년의 클레이(Jacob Clay)의 선구적 측정을 거쳐, 컴프턴(A. H. Compton)에 의해 ‘세계 대조사’가 1933년에 이루어져 위도 효과가 확립되었다.⁴⁴⁾ 또한 존슨(T. H. Johnson)과 스트리트(J. C. Street), 로씨(Bruno Rossi)에 의한 동서 효과의 관측(1933년), 밀리컨과 네허에 의한 경도 효과 측정(1936년) 등 각국에서 많은 관측 활동이 이어졌다.⁴⁵⁾ 뿐만 아니라 1933년에는 르메트르(G. Lemaitre)와 발라르타(M. S. Vallarta) 등에 의해 지구 자기장에서의 하전입자의 운동 이론이 발표되었다.⁴⁶⁾ 이러한 우주선의 위도 및 경도 효과는 컴프턴과 밀리컨의 오랜 논쟁이 보여주듯이 우주선의 정체의 문제, 예를 들면 우주선이 하전입자인가 아니면 중성입자인가라는 문제들과 밀접한 관련이 있었다.⁴⁷⁾ 우주선의 정체를 탐구하기 위해서는 지구상의 다른 위도, 경도 및 고도에 동일한 성능을 가진 우주선계를 설치하여 관측하고 다른 자연 현상과의 관련성을 연구해야만 한다.

니시나 그룹도 위도 효과를 확증하기 위해 1937년 4월부터 1년간 日本郵船의 협력을 얻

43) 竹内証, “仁科研究室・宇宙線・霧箱”, p. 731.

44) Y. Nishina, M. Takeuchi, T. Ichimiya, “On the Mass of the Mesotron,” *Phys. Rev.* 55 (1939), 586.

45) J. Clay, “Penetrating Radiation,” *Royal Academy of Amsterdam Proceedings* 30 (1927), 1115-27; A. H. Compton, “Nature of Cosmic Rays,” *Nature* 131 (1933), 713-5.

46) Bruno Rossi, *Cosmic Rays*, p. 42.

47) G. Lemaitre and M. S. Vallarta, “On Compton’s Latitude Effect of Cosmic Radiation,” *Phys. Rev.* 43 (1933), 87-91.

48) 컴프턴과 밀리컨의 논쟁에 대해서는 M. de Maria and A. Russo, “Cosmic ray romancing: The discovery of the latitude effect and the Compton-Millikan controversy,” *HSPS* 19 (1989), 211-66; LEE Yusuk, “The Compton-Millikan Controversy on the Latitude Effect,” 『한국과학사학회지』 17권 2호 (1995), 155-176을 참조할 것.

어 요코하마-멜버른을 왕복하는 기타노마루(北野丸)호에 네허형 우주선계를 탑재하고 우주선을 관측하였다.⁴⁹⁾ 1938년 4월부터 역시 1년 동안 고베(神戸)-시애틀을 왕복하는 헤이안마루(平安丸)호에서 같은 실험을 하여 역시 위도 및 경도 효과를 확인하였다.⁵⁰⁾ 세계 여러 지역의 이와 같은 노력에 의해 1930년대 중반이 되면 우주선이 하전입자를 ‘포함’하고 있다는 사실이 명백해졌다.

지상에서의 우주선 관측과 함께 니시나의 관심을 끈 것은 우주선의 투과력 문제였다. 우주선의 투과력을 확인하기 위해 1936년 8월 니시나와 이시이 지히로(石井千尋)는 鐵道省의 협조를 얻어 조에츠센(上越線) 시미즈(清水) 터널 내부의 6개의 맨홀(manhole)에서 네허형 우주선계를 가지고 우주선 강도를 측정하였다. 이들은 지하 325미터(수심 800미터에 상당) 지점에서 ‘우주선 폭발’(cosmic ray burst)을 관측하여, 우주선이 지하 상당히 깊은 곳까지 관통한다는 사실을 알아냈다.⁵¹⁾

한편 1936년 헝가리의 바르노시(J. M. Barnóthy)와 페로(M. Ferró Barnóthy)가 지하 실험을 통해 지하로 관통하는 우주선이 파울리와 페르미가 제안한 중성미자일 가능성을 발표했다.⁵²⁾ 니시나는 이 실험에 주목하여 시미즈 터널에서 중성미자를 관측하려는 실험을 계획하였다.⁵³⁾ 이 실험은 1937년 봄부터 세키도 야타로(關戸弥太郎)가 담당하였다. 그런데 지하에서의 자연 방사선의 강도는 지상의 우주선 및 그 외의 자연 방사선의 강도보다 오히려 크기 때문에 전리 상자에 의한 측정은 불가능하였다. 따라서 연구진은 계수관을 이용한 동시방전법에 의해 우주선을 검출하는 방식을 채택하였다. 시미즈 터널에서의 실험은 1939년 7월부터 시작되었는데, 地殼의 두께는 각각 480m(수심 1400m에 상당), 1230m(수심 3000m에 상당)였다.⁵⁴⁾ 이러한 일련의 실험은 당시 세계에서 가장 깊은 지하 우주선 관측으로, 이 연구를 통해 연구진들은 우주선 샤워가 깊이에 따라 달라진다는 사실을 밝혔다.⁵⁵⁾

1938년을 전후하여 니시나 그룹의 우주선 연구에서 눈에 띄는 변화가 나타나는데, 그것

49) 1937년 12월 15일 理研 제32회 學術講演會. 仁科芳雄, 石井千尋, 淺野芳廣, 關戸彌太郎, “宇宙線の緯度效果”. 1938년 4월 2-4일 數物年會講演. 仁科芳雄, 石井千尋, 淺野芳廣, 關戸彌太郎, “宇宙線の緯度效果”.

50) 1938년 6월 15일 理研 제33회 學術講演會. 仁科芳雄, 石井千尋, 淺野芳廣, 關戸彌太郎, “宇宙線の緯度效果(續)”. 1938년 12월 3일 理研 제34회 學術講演會. 仁科芳雄, 石井千尋, 淺野芳廣, 關戸彌太郎, “宇宙線の緯度效果(續)”.

51) 1936년 11월 18일 理研 제30회 學術講演會. 仁科芳雄, 石井千尋, “清水隧道に於ける宇宙線の測定”: Y. Nishina, C. Ishii, “A Cosmic Ray Burst at a Depth Equivalent to 800m of Water,” *Nature* 138 (1936), 721~2.

52) J. Barnóthy and M. Ferró, *Nature* 138 (1936), 325; Laurie M. Brown and Lillian Hoddeson eds., *The Birth of Particle Physics* (Cambridge: Cambridge University Press, 1983), p. 262.

53) 宮崎友喜雄, “電離箱, 計數管による宇宙線研究”, p. 733.

은 우주선 연구를 기상 예측에 활용하려 한 점이다. 다른 실험과는 달리 이 연구는 니시나 그룹이 세계에서 처음으로 시도한 것으로 제10소위원회와 깊은 관련을 가진다. 니시나 그룹은 1935년 12월부터 1939년까지 독일에서 수입된 슈타인케(Steinke)형 우주선계를 이용하여 리켄 건물 옥상에서 우주선 강도를 연속적으로 관측하기 시작하여 1938년 11월 경에 이르러 우주선 강도가 기온에 의해 변한다는 사실을 확인할 수 있었다.⁵⁴⁾ 니시나는 이 현상이 고층 기단의 온도 변화에 의한 것으로 생각하고, 리켄의 관측 결과와 호주 노선 및 시애틀 노선에서의 선상 관측 결과 그리고 과거 중앙기상대의 기상 관측 결과를 비교하여 자신의 생각이 옳다는 사실을 확인했다. 나아가 니시나연구실은 1942년 여름부터 중앙기상대와 합동으로 기상 현상과 우주선의 관련성에 대한 연구를 하기 시작했고, 1943년에는 육군 기상부의 협력을 받아 대기 상층 기상 관측 기계인 라디오존데(radiosonde)를 가지고 관측을 했다.⁵⁵⁾ 이러한 일련의 연구를 통해 니시나 그룹은 1944년 무렵에는 지상의 우주선 관측을 통해 상층 기단의 기온을 상당히 정확하게 추정할 수 있는 단계에까지 이르렀다.⁵⁶⁾

그런데 니시나는 왜 고층 기상 관측에 우주선을 이용하려 했을까? 그리고 기후와의 관련성에 대한 연구는 왜 1940년 무렵이 되어 집중적으로 나타나는 것일까? 이것은 제10소위원회 위원장 오카다의 고층 기상학에 대한 관심과 전쟁 상태에 돌입한 일본의 군사적 요구가 작용했기 때문이었다. 앞서 지적한 바와 같이 10소위원회의 실제 연구는 니시나가 책임을 지고 이끌었지만 이 위원회의 창립을 주도하고 이끈 사람은 니시나가 아니라 중앙기상대장 오카다였다. 니시나는 학계에서 인정을 받고는 있었지만 제국대학의 교수도 아니었고 민간인 신분에도 작위도 없었으며 위원회 설립 당시 44세에 불과하였다. 따라서 나이에 따

54) Y. Nishina, Y. Sekido, Y. Miyazaki, T. Matsuda, "Cosmic Rays at a Depth Equivalent to 1400 Meters of Water," *Phys. Rev.* 59 (1941), 401; 1939년 12월 13일 理研 제36회 學術講演會, 關戸彌太郎, 仁科芳雄, 宮崎友喜雄, 増田時男, "地下500mに於ける宇宙線の分裂".

55) Nishina, Sekido, Miyazaki, Matsuda, "Cosmic Rays at a Depth Equivalent to 1400 Meters of Water," 401.

56) 이 현상을 소위 '온도효과'라 부르는데, 이것은 블랙ett에 의해 지적된 바 있었다. P. M. S. Blackett, "On the Instability of the Baryon and the Temperature Effect of Cosmic Rays," *Phys. Rev.* 54 (1938), 973~4.

57) 關戸彌太郎, 『宇宙線』(東京, 1944), p. 179; 宮崎友喜雄, "科研における宇宙線研究史", 『科學研究所宇宙線實驗室報告』1권 2호 (1952), 6.

58) Y. Nishina, Y. Sekido, H. Simamura, H. Arakawa, "Air Masses Effect on Cosmic-Ray Intensity," *Phys. Rev.* 57 (1940), 1050-51; Y. Nishina, Y. Sekido, H. Simamura, H. Arakawa, "Cosmic Ray Intensities and Cyclones," *Nature* 145 (1940), 703-4; Y. Nishina, Y. Sekido, H. Simamura, H. Arakawa, "Cosmic Ray Intensities in Relation to Cyclones and Anticyclones," *Nature* 146 (1940), 95; Y. Nishina, Y. Sekido, H. Simamura, H. Arakawa, "Cosmic-Ray Intensities and Air Masses," *Phys. Rev.* 57 (1940), 663; Y. Nishina, Y. Sekido, H. Simamura, H. Arakawa, "Cosmic-Ray Intensities and Typhoons," *Phys. Rev.* 59 (1941), 679; 仁科芳雄, 荒川秀俊, 關戸弥太郎, 島村福太郎, "宇宙線と高低氣壓(新氣象要素としての宇宙線, II)", 『氣象集誌』18 (1940), 161-5; 仁科芳雄, 荒川秀俊, 關戸弥太郎, 島村福太郎, "宇宙線と氣團(新氣象要素としての宇宙線, I)", 『氣象集誌』18 (1940), 160~1.

라 위계 질서가 명확했던 일본 학자 사회는 물론 관련 정부 기관에 큰 영향력을 행사할 수 없었다. 이에 반해 오카다는 1934년 당시 60세였고, 도쿄제국대학 교수 겸 중앙기상대장, 그리고 일본 기상학회 회장을 역임하고 있었으며 나아가 제국학사원과 학술연구회의 회원이었다. 뿐만 아니라 그는 항공사업조사회를 비롯한 정부 기관에서 많은 활약을 하는 등 당시 일본 과학행정의 거물이었다. 이러한 그의 경력이 말해주듯이 정부와 과학계 모두에서 힘을 가지고 있던 오카다의 지원과 관심은 제10소위원회와 니시나에게는 절대적이었다.⁵⁹⁾

뿐만 아니라 1920년대 이후 특히 1930년대에 들어서면서 기상학에서 고층 기상관측의 중요성이 부각되고 있었고, 기상예보의 원리도 근본적인 변화를 겪고 있었다.⁶⁰⁾ 예컨대 라디오존데가 1932년부터 제작되어 사용되기 시작했으며, 고층기상학 발전에 물리학적 방법의 도입이 절실하다는 점이 강조되기도 했다. 또한 리켄의 니시나연구실과 연구 네트워크를 형성하여 우주선 관측에 참가한 바 있는 기상대의 아라카와 히데토시(荒川秀俊)는 1933년 이미 우주선과 기상과의 관련성에 대해 언급하고 있었다.⁶¹⁾ 따라서 도쿄대학 졸업 후 졸곧 기상대와 도쿄대학의 교수를 역임하면서 일본 기상학의 근대화를 이끈 오카다가 우주선과 고층기상학의 관련성에 관심을 가진 것은 당연하였다. 그리고 이런 이유에서 오카다가 고층 기상 관련 연구에 중앙기상대의 연구진을 적극적으로 합류시켰다고 볼 수 있는 것이다.

한편 고층 기상과의 관련성에 대한 연구가 왜 하필 1940년 무렵에 집중적으로 시작되었는가 하는 점은 당시 크게 부각되고 있던 항공기의 안전 문제와 관련이 있을 것으로 보인다. 항공기의 안전을 위해 고층 기상의 상태를 파악할 필요성은 일찍이 제1차 세계대전 때부터 제기된 바 있었고, 1923년에는 중앙기상대 업무에 항공기상이 추가되어 1931년부터는 航空氣象圖가 간행되기 시작하였다.⁶²⁾ 민간여객기가 없었던 당시에 항공기상이 군용기의 운항에 매우 중요했다는 것은 두말할 나위가 없다. 1931년 5월에 도쿄대학 항공연구소, 중앙기상대, 육군항공본부, 해군항공본부, 海軍水路部の 대표가 모여 문부성에 航空氣象調査委員會를 발족한 것은 그와 같은 관심을 반영한 것이었다.⁶³⁾ 특히 1931년 만주에 괴뢰국을 세운 이후 일본은 중국침략을 본격화하고 있었고, 급기야 1937년 7월 蘆溝橋 사건을 빌미

59) Tetu Hiroshige, "Social Conditions for the Researches of Nuclear Physics in Pre-War Japan," *JSHS* 2 (1963), 89.

60) 岡田武松, 『世界氣象學年表』(東京: 地人書館, 1956), p. 19.

61) 荒川秀俊, "氣象學最近の進歩-理論氣象學", 『科學』3 (1933), 42.

62) 大井正一, "日本の高層觀測の歴史", 『天氣』2 (1955), 181; 堀内剛二, "岡田武松事蹟IV", 『天氣』4 (1957), 120; 廣重徹, "日本における核物理學の發展", pp. 223~4.

63) 『科學』1 (1931), 136.

로 중일전쟁에 본격적으로 돌입한 상태였기 때문에 고층 기상 문제에 많은 관심을 가지고 있었을 것이다. 더욱이 1941년 7월 미국과 영국이 자국내 일본자산을 동결하자 일본은 미국과의 일전을 피할 수 없게 되었다. 이후 미국과의 전쟁과정에서 잘 드러났듯이 태평양에서의 전쟁의 승패는 해군력과 공군력에 의해 결정적으로 좌우되었다. 이런 상황을 고려해 볼 때 1940년 무렵을 전후해서 니시나 그룹의 우주선 연구 내용에 변화가 일어나는 현상을 이해할 수 있지 않을까? 즉 니시나 그룹의 우주선 연구 내용의 변화는 전쟁 상황으로 치닫고 있던 당시 일본의 상황이 반영된 결과였다고 볼 수 있는 것이다. 나아가 비록 고층기상학과 항공기상학의 점증하는 중요성이 제10소위원회의 설립을 이끈 결정적인 이유라고는 단정할 수는 없지만 최소한 이러한 배경들이 제10소위원회의 설립에 긍정적으로 작용했을 것이라고 추측할 수는 있는 것이다.

이상에서 검토한 바와 같이 니시나 그룹의 우주선 연구는 우주선의 특정 성질에만 국한시켜 진행한 것이 아니라 우주선에 대한 다각적이고도 종합적인 연구였다. 그들은 세계 각지에서 진행되고 있던 우주선에 대한 연구들에 비해 손색없는 연구결과들을 얻어냈으며, 제10소위원회의 강력한 지원을 바탕으로 우주선 투과력 문제나 기상상의 응용에서는 가장 심화된 연구를 진행하였다. 뿐만 아니라 유카와 히데키가 예언한 새로운 입자를 검출하기 위해 우주선을 적절하게 이용했고, 그러한 관측은 이후 일본 내 소립자 연구그룹이 2중간자설을 발전시키는 데 바탕이 되었다.

맺음말

일본학술진흥회는 패전 이전 일본 최대의 연구지원 기관으로서 니시나 그룹의 연구에 재정적 기반을 마련해 주었다. 1935년 이후 니시나 그룹이 주도한 우주선 관측과 사이클로트론의 건설, 원자핵 실험은 모두 학진의 후원에 힘입은 바 컸다. 이러한 학진의 지원을 바탕으로 니시나 그룹은 우주선에 대한 종합적이고 다각적인 연구를 수행했다. 우주선의 본질에서부터 기상문제와의 관련성에 이르기까지 우주선에 대한 가장 폭넓은 연구활동을 펼쳤던 것이다. 당시 서양의 경쟁자들도 우주선에 대한 여러 연구를 펼치고는 있었지만 한 연구팀이 니시나 그룹처럼 그렇게 다양한 주제를 포괄하고 있었던 예는 드물었다.

나아가 학진은 당시 각 연구자들의 연구 네트워크의 형성에 큰 도움을 주었다. 특히 제10소위원회는 일본 원자핵 및 우주선 물리학계의 공동연구의 진흥에 많은 도움을 주었다.

제10소위원회의 연구지원의 궁극적인 목적은 산업적·군사적 효용성에 있었지만 결과적으로 니시나와 그의 연구 그룹의 우주선 연구를 세계적 수준으로 이끌어 올리는 데 중요한 역할을 수행했던 것이다.

물론 우주선 연구에서의 공동연구가 원활하게 수행될 수 있었던 데에는 협동연구와 팀 리서치(team research)를 지향한 니시나의 개인적 스타일도 한몫 했다. 니시나는 활발한 연구 활동을 펼치는 과정에서 연구 네트워크를 구성한 공동연구를 지속적으로 지향했다. 그는 1935년 리켄 내부의 니시카와연구실과 공동으로 '원자핵실험실'을 만들었으며, 사이클로트론을 만들 때에는 미국 버클리대학의 로렌스와 긴밀한 협조를 하였다. 또한 니시나의 이러한 태도를 이어받은 그의 후계자들은 중간자토론회를 만들어 당시 일본 학계에서는 보기 드물었던 소립자 물리학 공동연구그룹을 형성하기도 했다. 결론적으로 우주선 연구의 네트워크에서 니시나가 인적 매개체였다면, 학진은 제도적·재정적으로 연구를 뒷받침하고 네트워크의 구성에 박차를 가하였던 것이다.