

題名	私の幸運な半生
Title	The Luck of Walter Munk
著者名	ウォルター・H・ムンク
Author(s)	Walter H. Munk
言語 Language	日本語・英語 Japanese, English
書名	稲盛財団：京都賞と助成金
Book title	The Inamori Foundation: Kyoto Prizes & Inamori Grants
受賞回	15
受賞年度	1999
出版者	財団法人 稲盛財団
Publisher	The Inamori Foundation
発行日 Issue Date	12/25/2000
開始ページ Start page	126
終了ページ End page	153
ISBN	978-4-900663-15-8

私の幸運な半生

ウォルター・H・ムンク

今日は自分自身のことをお話するようにというものでした。演題として、ロジャー・レヴェル氏が1982年に行った講演（地球物理学・海洋学祝賀会 スクリップス海洋研究所資料84-5）のタイトルを借用しました。

私は、第一次世界大戦後間もなく、オーストリアに生まれました。祖父の名はルシアン・ブルナーといい[photo 1]、政治家を志すウィーンの銀行家でした。祖父は、改革の公約を掲げて市長選に出馬しましたが、完全な敗北に終わりました。その後、社会主義者になり、自分の銀行の名前を「ルシアン・ブルナー」から「オーストリア人民銀行」に変えましたが、株式はそのまま自分で持っていました。

祖父は、高度技術に関心がありました。祖父は、ウィーンからトリエステまでの、敷設困難な路線を開拓した鉄道会社「ズウトバーン」の役員で、ドロミテ・アルプスのケーブルカーを設置した人でもありました。ドロミテ・アルプスは現在イタリア領ですが、当時はオーストリアの一部だったのです。その頃のオーストリアは、アドリア海北部からベネチアまでの領土をナポレオンから受け継いでおり、海軍を有し、海洋研究もかなり進んでいたため、オーストリア人が海洋学者になってもおかしくはありませんでした。ところが、私が大人になる頃には、オーストリアは内陸の国になってしまっており、従って、オーストリア人が海洋学者になることは全く理屈に合わないことになっていました。

祖父ルシアンの娘、すなわち私の母親[photo 2]はケンブリッジ大学にあった2つの女子校の1つであるニューアム校で、植物学を学びました。当時、大陸ヨーロッパの女子がイギリスの大学に行くのは非常に稀なことでした。母は、戦争末期に父と結婚しましたが、私がまだ小さい頃に離婚し、父はキツビューラ山脈に住んでスキー三昧の日々を過ごしていました。父は一度も仕事を持ったことがありませんでした。働く必要もなかったのです。母は、オーストリア岩塩坑会社総裁になったルドルフ・エンゲルスパークと再婚しました[photo 3]。私は、この継父に、塩の採掘が行われている山奥への視察旅行によく連れていってもらいました。この塩の採掘という政府の独占事業は、何千年の歴史のある古い産業です。坑夫たちはそろいの作業服を着て、昔から互いにあいさつするときは、「グリュック・アウフ glück auf（文字通りの意味は「運を上げる」、つまり「幸運を祈ります」ということです）」と言います。

私は、スキーやテニスをして、知的好奇心とは無縁のまま少年時代を過ごしていました[photo 4]。夏やクリスマスの時期は、ザルツブルクにある、祖父が改築した、300年の歴史のある古い農家[photo 5]で過ごしました。やがて、私が何もせずにぶらぶら

The Luck of Walter Munk

Walter H. Munk

We have been asked to talk about ourselves. For a title, I have chosen the title of a talk given by Roger Revelle in 1982*.

I was born in Austria soon after the end of World War I. My grandfather Lucian Brunner [photo 1] was a Viennese banker with political ambitions. He ran for mayor on a reform platform and was thoroughly defeated. He became a socialist and changed the name of his bank from "Lucian Brunner" to "Österreichische Volksbank" (Austrian People's Bank), but kept all the shares.

Grandfather was intrigued by high technology. He was on the board of the "Südbahn," the railroad that developed the audacious route from Vienna to Trieste, and he built funiculars in the Dolomites. This area is now in Italy, but was then part of Austria. At the time it would have made some sense for an Austrian to become an oceanographer. Austria had inherited the northern Adriatic, down to Venice, from Napoleon, had a Navy and was doing respectable ocean research. But by the time I grew up the country was landlocked, and becoming an oceanographer made no sense at all.

Lucian's daughter, my mother [photo 2], read botany at Newnham, one of the two women's colleges at Cambridge University. It was then unheard of for a girl from the continent to go to university in England. She married my father at the end of the war. They were divorced when I was very young, and father went to live and ski in Kitzbuehel. He never held a profession, and did not have to. Mother married Rudolf [photo 3].

Engelsberg who became "Generaldirector der Österreichischen Salinen" (President of the Austrian Salt Mines). My stepfather used to take me on inspection trips deep into the mountains where the salt is mined. This government monopoly is an ancient industry, going back thousands of years. The miners have their own uniform; their traditional greeting is: "glück auf" (literally "luck up," meaning essentially "good luck").

My youth was spent skiing and playing tennis, with no sign of any intellectual curiosity [photo 4]. We spent summers and Christmas near Salzburg in a 300-year-old farm house that had been renovated by my grandfather [photo 5]. To save me from further inaction, mother sent me to New York at the age of fifteen, where, after a year at a preparatory school, I went to work in a local bank that had been associated with grandfather's bank. I hated every minute of it.

*A Celebration in Geophysics and Oceanography-1982.

Scripps Institution of Oceanography Reference Series 84-5.

しているのを見かねた母が、15歳になった私をニューヨークに送り出しました。ニューヨークでは大学進学のための寄宿制私立学校で1年を送った後、祖父の銀行と提携していた地元の銀行に勤めましたが、仕事は全く好きになれませんでした。

将来の道を決めかねていた私は、とりあえずインターナショナル・ハウスに住んで、コロンビア大学の夜学に通って時間を稼いでいました。ニューヨークで3年間を過ごした後、カリフォルニア州パサデナに行き、カリフォルニア工科大学への入学を志願しました。全くの怖いもの知らずでした。学部長の部屋に行くと、「研究記録のファイルを見せたまえ」と言われましたが、そんなものは持っていませんから、「ファイルはありません」と答えるしかありませんでした。大学3年生のとき、地質学と地球物理学からいくつかの科目を取りました。そして21歳のとき、私は突然、普通の学生から優秀な学生に変身したのです。野外でフィールドワークをしながら、カリフォルニアの興味深い地質を学ぶ楽しさに、私はすっかり魅せられていたからです。

1939年の夏、大学3年目の終わりに、パサデナから100マイル南下した海辺の村、ラホイヤで夏のアルバイトを見つけました。この村では、私のガールフレンドが彼女の祖父母と夏を過ごしていたのです。アルバイトの仕事があったのは、庭師を含む職員15人のヒマそうな海洋観測所だけでした。このときの彼女との恋は続きませんでした。60年後の今も私は、この観測所が前身となったスクリップス海洋研究所[photo 6]で仕事をしています。

所長はノルウェー人の極点探検家、ハラルド・スベルドラップ[photo 7]で（後にスベルドラップ家の後継者となった）、ロジャー・レヴェル[photo 8]がちょうど講師に任命された頃でした。スベルドラップとレヴェルは、私が崇拝する3人のうちの2人になりました（3人目はG・I・テイラーです）。また、この2人は私の生涯の友人でもあり、私の人生と仕事に多大な影響を与えてくれました。当時、私はスベルドラップに、彼の学生になってもいいかと訊きました。スベルドラップはたっぷり30秒間考えた挙句、「これから先の20年間を考えても、海洋学者の就職先は一つもないと思うよ」と言いました。私はすぐに「それでいいです」と答えました。その後しばらくの間は、スクリップス海洋研究所の学生は私一人だけでした。

その年の終わりにかけて、ヒトラーがオーストリアに侵攻しました。私の家族は、その前にオーストリアを脱出していました。継父はオーストリアのナチ党に反対していたシュシニツヒ政権の高官であり、母はユダヤ人だったからです。私は、カリフォルニア湾の内部波に関する修士論文を仕上げ（この論文はひどい出来でした）、一兵卒

To keep my options open, I lived at the International House and attended night school at Columbia University. After three years in New York I drove to Pasadena, California to get admitted to the California Institute of Technology. I was unbelievably naive. When I showed up at the Dean's office and he said "let me see your files," I had to reply "there are no files." In my junior year I took some courses in geology and geophysics, and at the age of 21 abruptly transformed from an acceptable student to a good student. The combination of out-of-doors fieldwork with the challenges of the fantastic geology of California was irresistible.

In summer 1939, at the end of my junior year, I found a summer job in La Jolla, a sea-side village a hundred miles south of Pasadena, where a girlfriend was spending the summer with her grandparents. The only available job was at a sleepy Marine Station with a staff of 15 people (including the gardener). The romance did not last, but today, sixty years later, I am still working at the Scripps Institution of Oceanography [photo 6].

Harald Sverdrup [photo 7], the Norwegian polar explorer, was the Director, and Roger Revelle [photo 8] (who was to succeed Sverdrup) had just been appointed Instructor. Sverdrup and Revelle became two of my three heroes (the third is G. I. Taylor), as well as my life-long friends, with a profound influence on my life and career. I asked Sverdrup then and there whether I could become his student. He thought about it for an interminable 30 seconds and then said: "I cannot think of a single job in Oceanography that will open in the next twenty years," to which I responded instantly, "I'll take it." For a while I was the Scripps student body.

Later in the year Hitler invaded Austria. My family left Austria in time; my stepfather had been a senior member of the Schuschnigg government that had opposed the Austrian Nazi party, and my mother was Jewish. I completed a master's thesis on internal waves in the Gulf of California (a horrible paper) and then enlisted in the Field Artillery as a private, expecting to see early action in Europe. I served for almost two years (some of it in the ski troops [photo 9]), but no American troops were sent to Europe. By that time a civilian group under Sverdrup had been formed at the U.S. Navy Radio and Sound Laboratory in San Diego to work on problems of anti-submarine warfare. They requested my participation. I was discharged from the Army for that purpose. One week later Pearl Harbor happened, my unit was shipped to the Pacific and suffered very heavy casualties.

In 1942, I learned of Allied preparations for an amphibious winter landing on the northwest coast of Africa. The coast is subject to heavy northwesterly swell,

として米軍野戦砲兵隊に入隊しました。ヨーロッパでの早期の戦闘に参加するつもりだったのです。結局、(スキー部隊[photo 9]も含めて) 2年間、兵役につきましたが、アメリカの部隊がヨーロッパに送られることはありませんでした。その頃には、対潜水艦戦の問題に取り組むべく、サンディエゴの米国海軍無線音響研究所で、スベルドラップのもとに民間人のグループが組織されていました。このグループに私も参加を呼びかけられたため、陸軍を除隊になりました。1週間後、真珠湾攻撃が勃発し、私の所属していた部隊は太平洋に送られ、大勢の死傷者を出しました。

1942年、アフリカ大陸の北西岸への陸海空軍共同の上陸を連合軍が冬に向け準備していることを知りました。この海岸は3日のうち2日は、北西の強いうねりと2mを超える荒波にさらされています。しかしノース・カロライナでの上陸演習は、波の高さが2mに達すると中止されていました。車輛・人員上陸用舟艇が波に持ち上げられてしまうからです。このままでは事故が起きてもおかしくありませんでした。つまり問題は、3日のうち、波の低い1日を選び出さなければならないということでした。スベルドラップと私は波浪予測の手法を編み出し、それが功を奏しました。のちに、私たちは、太平洋戦域での陸海空軍共同上陸条件の予測の方法を、海軍と空軍の気象学者に教えるのを手伝いました。この手法で、ヨーロッパでの上陸作戦の波浪条件は、「望ましくはないが不可能でもない」と予測されましたが、2週間周期の潮位変化による延期に比べれば、この条件の方がまだましだと考えられました。

戦後、私はスクリップス海洋研究所に戻って波浪研究を続け、海上の構造物にかかる波の力を予測してコンサルティング料を得ていました。私は、ハンプル・オイル社の掘削装置にかかる波の力もこうして計算しましたが、この掘削装置は嵐で壊れました。50年後、海上石油産業への先駆的な貢献をしたことで私は、ヒューストン名誉殿堂に名を連ねさせていただきました。

私はいろいろとやりたいことが多すぎて、博士論文に取りかからずにいましたが、やがてクビにするとスベルドラップから脅かされ、ようやく重い腰を上げたのが1947年のことでした。19ページの博士論文は、3週間で新たに書き上げたものでした。これはスクリップス海洋研究所始まって以来の最も短い博士論文でした。その後判明したのですが、この論文の内容は基本的に間違っていました。30年後、大学の卒業生課から私の「学位」に関して電話がかかってきたとき、とっさに頭に浮かんだのは「博士号の取り消しをする気だな」ということでした。実際には、この電話の用件は私に「名誉卒業生賞」を授与するというものでした。幸いなことに、一度与えられた学位

with breakers exceeding two meters on two out of three days. Yet practice landings in North Carolina were suspended whenever the wave height reached two meters, because of broaching of the LCVP landing craft. It was a catastrophe waiting to happen. The problem, simply put, was to pick the one out of three days when the waves were low. Sverdrup and I developed a method of wave prediction, and it worked. Later we helped train Navy and Air Force meteorologists to predict amphibious landing conditions for the Pacific Theater of War. The method successfully predicted wave conditions for the landings in Europe as “unfavorable but not impossible.” This was considered the lesser of two evils as compared to a postponement by a fortnightly tidal cycle.

Back at Scripps after the war I continued with the wave work and earned some consulting money by predicting wave forces on offshore structures. A drilling rig belonging to Humble Oil for which I had calculated wave forces collapsed in a storm. Fifty years later I was admitted to the Houston Hall of Fame for pioneering contributions to the off-shore oil industry.

There were so many interesting things to do, I did not get to the Ph.D. dissertation until 1947, and then only under Sverdrup's threat of dismissal. My thesis of 19 pages was written *de novo* in three weeks and is the shortest Scripps dissertation on record. As it turned out, it is basically flawed. Thirty years later I received a call from the University Alumnus Office “about my degree” and thought for a moment that they were going to withdraw my doctorate degree. Instead I was given the Distinguished Alumnus Award. Fortunately there is no mechanism for canceling a degree once granted.

I took advantage of early, and very primitive, computers to derive power spectra of ocean waves [photo 10]. Frank Snodgrass and I discovered very low-frequency (up to 30s in period) forerunners of ocean swell. From the measured dispersion one can calculate the distances to the source region, which turned out to be an incredible 15,000 to 20,000 km. The Pacific Ocean is large, but not that large. The waves had to originate in the Indian Ocean passing by New Zealand, or something was wrong with classical wave theory. We organized an expedition “Waves across the Pacific” for tracking the wave disturbances along a great circle route from New Zealand to Alaska. The theory proved correct. My wife and I occupied the station in Samoa, living with our two daughters in a native *fale* in a village without electricity and running water [photo 11].

The low frequency swell opened a challenge to look for lower frequencies still.

を取り消すシステムはないそうです。

私は、海洋波浪のパワースペクトル[photo 10]の発見に、初期の非常に原始的なコンピュータを使いました。フランク・スノッドグラスと私は、海洋のうねりの非常に低周波の(周期30sまでの)前兆を発見しました。計測の散らばりから、発生地までの距離を計算しますと、15,000ないし20,000kmという驚くべき値となりました。太平洋は広大ですが、そこまで大きくはありません。つまり波はインド洋で発生し、ニュージーランドを通り過ぎて来るはずです。そうでなければ、古典的波浪理論が間違っていることになります。私たちは「太平洋を越える波」という名の遠征チームを組んで、ニュージーランドからアラスカまでの大圏ルートに沿った波浪の乱れを追跡することにしました。その結果、私たちの立てた理論は正しいことが証明されました。妻と私は、2人の娘と共にサモア島の村で、電気も水道もない伝統的なファレという住居に住み、その島の観測所に腰をすえて仕事をしました[photo 11]。

低周波のうねりの発見により、さらに低い周波の観測をすることが新たな課題となりました。しばらくの間、私は(日本でおなじみの)津波の研究をし、津波警報を補助する特別の装置を作りました。この経験から、私はビクトリア朝時代の数学者たちがとくに解決をつけた古い問題であるというのが海洋学の常識であった潮汐に関心を持つようになりました。私たちは、圧力計[photo 12]をどんどん深海の底に落として、数カ月後に水上艦艇から音響制御によって回収して、外洋の潮汐を計測する方法を開発しました(このとき以来、そうした計測ではこの技術が必ず使われるようになりました)。私は最近また潮汐の研究に戻っています。カール・ウンシュと私は、月による潮汐力によって深海をかき混ぜる力が生まれると指摘しました。この理論は最初、正気の沙汰ではないという扱いをされましたが、1年後には当然のこととして受け入れられました。私のやって来たことが、最初は正気の沙汰ではないと考えられ、あとになって平凡すぎるほど当たり前のこととして受け入れられるようになるという経過をたどるのは、そのときが初めてのことでありませんでした。実は、海洋学者になって間もない頃、カリフォルニアの海岸の夏のうねりが南半球で発生していると指摘したときにも、同じような扱いを受けました。しかし私は、あとで謙虚にうなずくより、先に思い切って決着をつける方が好みに合っているのです。

1950年代初頭、スクリップス研究所は大きな飛躍を遂げました。所長になったロジャー・レヴェルは地域の一海洋観測所を世界的な海洋学研究所に発展させました。すでに同時代の地球物理学者が、地震探査、磁気測量、重力測量、熱流量といった

For a while I worked on tsunamis (so well known here in Japan) and built a special instrument as an aid for tsunami warning. And this led to my interest in tides, an ancient subject considered by most oceanographers as having been closed by Victorian mathematicians. We learned how to measure open sea tides with pressure recorders freely dropped to the deep-sea bottom, to be recalled a few months later by acoustic command from a surface vessel [photo 12] (the technique has since become standard). I have recently returned to the subject of tides. Carl Wunsch and I suggested that lunar tidal dissipation provides power for mixing the abyssal ocean. The proposal was first considered as lunatic, but a year later it is considered as obvious. This is not the first time something I worked on was first considered lunatic, and soon after considered obvious, even trivial; it happened at the very start of my career to the suggestion that summer swell on California beaches was generated in the southern hemisphere. I much prefer the early antagonism to the later condescension.

Going back to the early fifties, these were the great expedition years of the Scripps Institution. Roger Revelle, who had become Director, transformed the local marine station into a global oceanographic institution. A generation of terrestrial geophysicists had developed the tools of our trade: seismic exploration, magnetic surveys, gravity surveys and heat flow. These technologies were now introduced into the marine environment, but haltingly and with great trepidation. As it turned out, each and every one of these techniques ultimately worked better at sea than on land. Their application led to the understanding of sea-floor spreading, leading to the great revolution of plate tectonics, the first meaningful theory of the formation of the Earth. The secret lies in the formation of crust along the ocean ridges, and the destruction of crust in the deep ocean trenches. Land geologists could have pounded their rock hammers for eons without solving the problem.

I participated in the *Capricorn* expedition into the south Pacific [photo 13]. Revelle was expedition leader, and various Scripps scientists were doing seismic and magnetic work and measuring the heat flow through the deep sea floor [photo 14]. We were gone for nine months (nowadays the scientific parties are flown in and out every month or two). I came home and married Judith Horton.

There were other ways in which my life changed in a profound way after *Capricorn*. The great oceanographer-meteorologist C. G. Rossby had once invited me to join his department at the University of Chicago. When I declined because I was happy in La Jolla, he told me that every oceanographer worth his salt changes

研究のための様々な手法を開発していましたが、こうした技術は海洋環境にも、ためらいがちにはありますが導入されるようになりました。結果的に、こうした技術は陸上よりも海洋での方が効果を発揮することがわかりました。こうした技術の応用によって、海床に関する理解が広がり、それがプレート構造地質学の大きな革命につながり、地球の形成に関する初めての意味のある理論が構築されました。そのポイントは、海嶺にそった地殻の形成と海溝における地殻の破壊です。陸の地質学者たちが、いくらハンマーで岩を叩き続けても、この問題の解決を見ることはできなかったでしょう。

私は南太平洋の「カブリコーン」遠征に参加しました[photo 13]。レヴェルが遠征隊長で、その他にも何人ものスクリップス海洋研究所の科学者が地震研究や磁気研究、深海の海床を流れる熱の測定などを行いました[photo 14]。遠征は9カ月におよびました（最近では科学者のチームが1～2カ月に1度、飛行機で現地に出入りしています）。遠征から帰った私は、ジュディス・ホートンと結婚しました。

カブリコーン遠征以後にも、私の人生を大きく変える出来事がありました。偉大な海洋学者であり気象学者でもあるC・G・ロスビーが、シカゴ大学の自分の学部に来ないか、と招いてくれたことがありました。私はラホイヤで満足していたので、この申し出を断りましたが、そのときロスビーは、有能な海洋学者なら7年毎に職場を変えるものだ、と言いました。スクリップス研究所の職員数は、私が入った当時の15人から1,000人以上に増えていました。スクリップス研究所に留まっていたからこそ、外に出るより多くの変化を目にすることができたのかもしれないと思いました。

50年代後期、私はマサチューセッツ工科大学とハーバード大学から誘いを受けました（この2つの大学から同じ日にオファーが来たのです）。ロジャー・レヴェルは、「そんなところに行かなくても、ここでやりたいことは何でもできるじゃないか」と言いました。そこで、私は地球・惑星物理学研究所（IGP、のちにIGPP）のラホイヤ支所を開設し、1959年から1982年まで所長を務めました。これは非常にタイミングの良い出来事でした。というのは、従来、地球物理学の研究は海洋学とは別の研究所で行われていたのですが、プレート構造地質学の革命により、海上施設[photo 15]こそが地球物理学研究にふさわしい場であることが明らかになったからです。かくして、私は「海上地球物理学者」として研究を続けるようになりました。

IGPPの初期のテーマは、リアルタイムで（それほど固くない）固体地球の運動を測定することでした（以前は、この運動を推測するのに化石という証拠に頼ってい

jobs every seven years. Since I first came, Scripps has grown from 15 people to over a thousand; I may have seen more change by staying put.

In the late fifties, I was offered a job at M.I.T. and at Harvard (the offers came on the same day). Roger Revelle asked: what is it that you can do there that you cannot do better right here? I started the La Jolla branch of the University Institute of Geophysics and Planetary Physics (IGPP, originally IGP) and served as Director from 1959 to 1982. The timing was very fortunate. Traditionally geophysics had been conducted separately from oceanographic institutes. But the plate tectonic revolution showed that a seagoing facility [photo 15] was just the place to be. I continued my work as a “wet geophysicist.”

The early theme of IGPP was *measuring* the motion of the (not so) solid Earth in *real time* (previously one depended on fossil evidence for inferring this motion. We had in mind the motion along faults, the growth of mountains, the splitting of the Gulf of California. We used the words “ultralow frequency seismology,” and “ultrahigh frequency geodesy”; in fact they are nearly the same. A long baseline laser strain meter was established in the Palm Desert to obtain time series of the rate of earth strain. With the support of Cecil Green, a network of low frequency seismometers was globally deployed and is active today. The IDA global network has revolutionized the knowledge of the constitution of the Earth’s interior. Leadership was provided by Freeman Gilbert, George Backus, Robert Parker, John Orcutt, and many others.

Judith helped Lloyd Ruocco design the redwood building overhanging the cliff. Thirty years later she helped Fred Liebhardt build the Revelle Laboratories of IGPP across the street from the old building, and connecting the west and east Scripps campus with a handsome cable-stayed footbridge [photo 16]. It is fair to say that the IGPP laboratories have had a significant influence on the general development of the Scripps campus. We live just north of Scripps on the cliffs overlooking the ocean. *Seiche* is home-built and has been 45 years in the making. Judith built an amphitheatre in our front yard. We enjoy having students and visitors come to *Seiche*. Judith calls it “living above the store [photo 17, 18].”

Returning to my own early work, I had become curious about irregularities in the rotation of the Earth. It all started with the assertion by Victor Starr in 1948 that changes in the global angular momentum of the atmosphere between winter and summer must be accompanied by “imperceptible” changes in the spin of the Earth. How big is imperceptible? I happened to have come across an article

ました)。私たちが想定していたのは、断層に沿った運動、山々の生成、カリフォルニア湾の分裂といったことでした。私たちの研究は「超低周波地震学」とか、「超高周波測地学」という言葉で呼ばれていましたが、実はこの2つはほとんど同じものを指していました。地球のひずみを時系列で計るため、パーム砂漠に長いベースラインのレーザーひずみ計を設置しました。セシル・グリーンの助力で、低周波地震計のネットワークが世界中に設置され、現在も稼働中です。IDAグローバル・ネットワークにより、地球内部の構成に関する知識は革命的に飛躍しました。フリーマン・ギルバート、ジョージ・パッカス、ロバート・パーカー、ジョン・オーカットその他大勢の人々がこうした研究活動のリーダーシップを取りました。

妻のジュディスは、ロイド・ルオッコが絶壁の上から張り出したアカスギの建物を設計するのを手伝いました。30年後、フレッド・リーハートがIGPPのレベル研究所を旧館から通りを隔てた向かいに建て、東西のスクリップス研究所のキャンパスをケーブルで固定した見事な歩道橋でつなぎましたが、この仕事にも妻は協力しました[photo 16]。IGPPの研究所は、スクリップス研究所のキャンパス全体の発展に大きな影響を与えたと言っても過言ではありません。私たち夫婦は現在、スクリップス研究所のちょうど北側にある海が見渡せる崖の上に居を構えています。この手作りのセイシュ館は、着工から45年後の今も建設中です。妻のジュディスは前庭に円形劇場を建てました。私たちはセイシュ館に学生や色々なお客様に来てもらうのを楽しみにしています。妻はセイシュに住むことを、「店の2階に住んでいる」と言っています[photo 17, 18]。

さて、初期の仕事の話に戻りますと、私は地球自転の不規則性に興味を持つようになりました。そのきっかけは、ヴィクター・スターが1948年、冬と夏の地球全体の角運動量の変化は、地球自転のわずかな変化がともなうに違いないと主張したことでした。この地球自転はどの程度の変化なら感知できるのか、たまたま私はパリでストイコ夫妻の論文を読んだことがありました。夫妻は精密振り子時計を使って、日の長さの「微小な」季節変化を測定したのです。ゴードン・マクドナルドと私はこの2つを結び付けて考えました。

地球は、自転の速さが変化するだけでなく（地球は時間に正確ではないのです）、軸の上で「揺れる」ものなのです。北極点から今私が立っている地点までの距離は、ひと月で10m程の差が出ます。これも大気、海洋、（それほど固くない）固体地球で起こっていることと関係があります。こうした不規則性、つまり測定を行う天秤の座標軸

by M. and Mme Stoyko in Paris who had measured “minute” seasonal changes in the length of day with precision pendulum clocks. Gordon MacDonald and I put the two things together.

Not only does the spin rate change (the Earth is not a good time-keeper), the Earth also “wobbles” on its axis. The distance of the point where I now stand from the north pole will vary by ten meters from one month to another. Again this is associated with things that happen in the atmosphere, the ocean and the (not so) solid Earth. To astronomers these irregularities have been a nuisance for three centuries, a “noise” in the coordinates of the platform from which they conduct their measurements. But this noise can be exploited to learn about the integral distribution of mass and motion on the planet Earth. It is now a flourishing subject, an essential ingredient in the precision time-keeping required to make global positioning (GPS) work.

The first draft of *Rotation of the Earth* was written on a sabbatical in Cambridge. We returned there on two subsequent sabbaticals; I became a fellow of Churchill College (it means a lot that mother played hockey for one of the Cambridge colleges half a century earlier), and worked at what are today the Bullard Laboratories (Sir Edward Bullard was a close friend for many years). I eventually received a Cambridge degree, which entitles me to walk on their manicured lawns. In 1971, we spent a sabbatical in Trieste, where the Brunner family have been prominent citizens for generations. Judith and I would commute weekly to Roberto Frassetto's Laboratorio Grandi Masse in Venice. We then thought that the proposed construction of the three gates to protect the city from occasional flooding was imminent [photo 19]. After thirty years there are still no gates (the heroic efforts of M.I.T./Venice oceanographer Paola Malanotte and many others notwithstanding), and the floods are now much more frequent.

I designed a system for opening and closing gates with the tides to induce a one-way flow which would sweep much of the pollution out of the lagoon. Judith (who is a sculptor) generated the support of the Istituto di Restauro to try a new system of cleaning statues. It was found that millisecond laser pulses at a flux level of 10 Joules/cm² would remove the black encrustation from marble statuary without damage, even some that had heretofore been uncleanable. We took a statue back to Scripps to practice.

Years earlier Revelle had been asked, “what is oceanography?” His answer: “anything we do at Scripps is Oceanography.” One day Director Nierenberg, in

の「ノイズ」は、天文学者を3世紀にわたって悩ませてきました。しかし、この「ノイズ」をうまく利用すれば地球という惑星の質量と運動の全体の分布がわかるでしょう。この課題は、全地球測位システム(GPS)をうまく稼働させるために必要な精密な時間記録に欠かせない要素となっており、今おおいに脚光を浴びています。

「*Rotation of the Earth* (地球の自転)」の第一草稿を書いたのは、ケンブリッジでサバティカル(研究休暇)を過ごしているときでした。その後の続く2回のサバティカルもケンブリッジで過ごしました。私はチャーチル・カレッジの研究員になり(このときものを言ったのは、半世紀前に母がケンブリッジのカレッジの1つでホッケーをしていたという事実でした)、今日のブラード研究所で仕事をしました(エドワード・ブラード卿は長年の友人でした)。その後、ケンブリッジの学位を得て、ようやく天下のケンブリッジの正式な一員として認められることになりました。1971年、私たちはトリエステでサバティカル休暇を過ごしました。トリエステでは、ブルナー家が何代にもわたって地元の名士として知られていました。ジュディスと私は、ベネチアのロベルト・フラセット・ラボラトリオ・グランディ・マッセに毎週通いました。この地帯では時々洪水があり[photo 19]、そうした洪水から街を守る3つの門の建設が提案されていました。門の建設は、一刻の猶予もなく始めなければならない、というのが私たちの印象でした。ところが30年後の今も、(パオラ・マラノッテその他のMITとベネチアの海洋学者の英雄的努力にもかかわらず)門はできていないのです。そして今では洪水は当時よりもっと頻繁に起こるようになっています。

私は、潮汐による門の開閉で一定方向の流れを起こし、汚れのほとんどを潟湖から流し出してしまえるような設備を考案しました。ジュディス(彼女は彫刻家です)は、彫像を洗浄するための新しいシステムをテストするため、レスタウロ研究所から助成を受けました。10 J (ジュール)/cm²のフラックス・レベルで千分の1秒のレーザーパルスをあてると、大理石の彫像から黒い付着物を、大理石に傷をつけずに落とすことができます。従来、洗浄不可能だった汚れも、この方法でかなり落とすことができるようになります。私たちは、この方法をテストするため、彫像をスクリップス海洋研究所に持ち帰りました。

その数年前、「海洋学とは何か」という質問を受けたレヴェルは次のように答えていました。「スクリップス海洋研究所で我々がやっていることは全て海洋学である」。ある日、所長のニーレンバークが、スクリップス海洋研究所の狭い施設内でどこか空いたところはないか探してうろろしていると、中世の彫刻作品にレーザーパルスを当

search for chronically short Scripps laboratory space, caught John Asmus zapping a medieval statue with laser pulses and demanded to know what we were up to. I replied: "we are doing oceanography."

The American Miscellaneous Society (AMSOC) was founded in jest by Gordon Lill, John Knauss and Art Maxwell to maintain "coordination with visitors from outer space," for "informing animals of their proper taxonomic positions," and for other such purposes. There are no bylaws, no dues and no officers. The Society is internationally known for the Albatross Award, a stuffed bird presented at irregular intervals to an oceanographer for some "unusual achievement." In spring 1957 at a casual breakfast in our patio, AMSOC members Roger Revelle, Maurice Ewing, Harry Hess, myself and others came down to serious business when they decided to sponsor "Mohole" [photo 20]. This was to be an attempt to collect a sample of the Earth's mantle, named in honor of Andrija Mohorovicic, a Yugoslav seismologist who discovered the discontinuity between crust and mantle. The place to do this is under the sea where the overlying crust is relatively thin, typically five kilometers. The required development for keeping the drilling vessel in place, and of re-entering the hole if necessary, seemed within reach of the existing acoustic technology.

It was difficult for a government agency to deal with a whimsical group such as AMSOC, so we were reincarnated as a committee of the National Academy of Sciences (most of AMSOC had by then been elected to Academy membership). By 1961 we were drilling off the coast of Mexico in four kilometers of water. The drill penetrated 200 meters of sediment and a meter of underlying basalt. The drilling vessel CUSS I performed admirably, being constantly "underway" driven by four large outboard propellers to maintain a fixed position relative to three sonic bottom transducers. It was the first example of "dynamic positioning." Willard Bascom was in charge, and Edward Horton designed the drill string. The famous American writer John Steinbeck and Photographer Fritz Goro were aboard and recorded the event for *Life* magazine.

We returned elated, not realizing that from this moment on the project was doomed by its very success. The early phase had been completed on time and within the allotted budget of \$1.7 million. The mantle drilling was estimated at \$40 million and was to be performed by a prime contractor. Until then the major companies had paid no attention. They now decided that offshore drilling could present some opportunities. Ten proposals were received. The selection process passed out of our hands to a government group who awarded the contract to Brown

でているジョン・アズムスがいました。「いったい何をしているのだ？」と言うニーレンパーク所長に、私はこう答えたのです「海洋学ですよ」。

ゴードン・リル、ジョン・クナウス、アート・マクセルが「アメリカ雑学学会 (AMSOC)」というのを冗談で設立しました。この学会は、「宇宙からの訪問者との協調関係」を保ち、「動物たちに自らの正しい分類学上の位置を教える」等々を趣旨としています。内規、会費、役員などはありません。この学会は「ヘンな功績」を残した海洋学者に、「アホドリ賞」と称して鳥の剥製を不定期に授与していることで国際的に有名です。1957年の春、研究所のパティオで軽く朝食をとりながら、ロジャー・レヴェル、モーリス・ユーイング、ハリー・ヘス、私を含むAMSOCのメンバーは「モホール計画」をスポンサーすることを決定し、そのことを真剣に検討していました [photo 20]。この計画は、地球のマントルのサンプルを集めることを目的としたものです。「モホール」というのは、地殻とマントルの不連続性を発見したユーゴスラビアの地震学者、アンドリーヤ・モホロヴィチックに敬意を表して命名しました。この計画を実施するのは、地殻が通常5 km位の比較的薄い海底です。掘削船を定位置に保ち、必要であればホールに再突入するための技術の開発は、当時の音響技術の範囲内で可能であると考えられました。

しかし、政府機関がAMSOCのような気まぐれな団体をまともに相手にするとは思えなかったのも、私たちは「米国科学アカデミー」(AMSOCのほとんどのメンバーは、すでにアカデミーのメンバーにいました)の一委員会として再スタートしました。1961年には、メキシコ沿岸4 kmの海底を掘削していました。掘削作業で、200mの堆積物と、その下の1 mの玄武岩が掘り起こされました。C U S S Iという名の掘削船は、3台の船底音波トランスデューサーに対して一定の姿勢を保つため4つの大きな船外プロペラで常に「航行中」の状態、見事な働きぶりを見せてくれました。これは「ダイナミック・ポジショニング」の最初の例でした。ウィラード・バスコムが指揮を取り、エドワード・ホートンがドリル・ストリングを設計しました。有名なアメリカの作家ジョン・スタインベックと写真家のフリッツ・ゴロも船に乗りこみ、この掘削の様態についての記事を「ライフ」誌に載せました。

私たちは意気揚々と戻ってきましたが、間もなくこのプロジェクトが、その成功ゆえに、暗礁に乗り上げるなどとは、まだ夢にも思っていませんでした。初期段階は、予定通りの期限で、割り当てられていた予算の170万ドル内で終了しました。マントルの掘削は4,000万ドルと見積もられており、その作業は元請け業者がやることになって

and Root, a company which did not have, nor did it claim, any in-house technical off-shore capabilities. When questioned about this, company president Brown is said to have replied: "I can always hire an acre of engineers."

Brown and Root turned the proposed learning experience into a one-shot one-hole engineering spectacular. Three years later, after an expenditure of \$50 million, the project folded without accomplishment (but ten years after the Mohole demise, the Deep-Sea Drilling Project initiated an enormously successful ocean-wide sediment drilling program).

The AMSOC group shares the blame for expecting that they could continue in their usual jobs and still play a useful role in the Mohole project. I walked away with the determination never again to participate in a project unless I was prepared to give it the time required. This turned out to be a good preparation for things to come.

Beginning in the late 1970s, Carl Wunsch of M.I.T., Robert Spindel (then of Woods Hole), Peter Worcester and I at Scripps, and many others, have engaged in a collaborative effort of monitoring large-scale ocean variability by sound. I will devote the remaining talk to this effort.

The concept started with the "mesoscale revolution." For a century oceanographers focused their attention to the major current systems, the Kuroshio off the coast of Japan, the Gulf Stream off our east coast, and of other major current systems. These were held to be *stationary*, and sea-going efforts were devoted to describe this *steady* circulation in ever-increasing detail. That point of view came to a crashing halt when improved observational methods revealed time-variable meanders in the Gulf Stream, which led to intermittent shedding of large scale intensive eddies. Soon it was learned that such "mesoscale" eddies were not only part of the large-scale current systems, but filled the global oceans. In fact, 99 percents of the kinetic energy is associated with the eddies, only a percent with the major currents themselves. How it was possible that 99 percents of ocean dynamics were ignored for over a century remains one of the mysteries to be explored by science historians.

The discovery of mesoscale dynamics introduced a new dimension, time, into the observational requirement. Physical oceanography went from a 3-d to a 4-d presentation. Chasing around the oceans with a few oceanographic vessels was no longer a good strategy.

The oceans are opaque to radio waves and other electromagnetic waves, but

いました。それまでは、主要業者は掘削に関心を払っていませんでしたが、やがて沖合いの掘削で何らかのチャンスが生まれるかもしれない考えるようになりました。10件の提案書が提出されました。選定作業は、私たちの手を離れ政府のグループが行いました。その結果、ブラウン・アンド・ルート社にこの契約が与えられましたが、この会社には海洋に関する専門能力を身につけた社員はおらず、またそうした人材が必要であるとの要求すらしませんでした。その点を指摘されると、社長のブラウン氏は「技術者なんて、いつでもいくらでも雇えるよ」と答えたそうです。

ブラウン・アンド・ルート社は、本来は研究のためのプロジェクトを、場当たりのな、ショーと化してしまいました。3年後、支出が5,000万ドルまで膨らんだところで、このプロジェクトは何の成果も上げないまま、中止になりました（しかしモホール計画の頓挫から10年後、「深海掘削計画」により海洋全体にわたる堆積物掘削計画が始まり、大きな成功を収めています）。

AMSOCのグループも、通常の仕事を続けながら、モホール計画で意義のある役割を果たそうと考えていたのは甘かったと思います。私は、今後、どんなプロジェクトであれ、そのために必要な時間がとれないならば参加はしないでおこうと決心して、グループを去りました。この出来事があったことで、その後に起こることに対しての適切な心構えができたと思います。

1970年代後期から、MITのカール・ウンシュ、(当時ウッズ・ホールにいた) ロバート・スピンドル、スクリップス海洋研究所のピーター・ウースターと私とその他大勢が共同で、大規模な海洋の変動性を音でモニタリングする研究を始めました。講演の残りの時間を使って、この研究についてお話ししたいと思います。

私たちの研究の発想は「メソスケール（中規模）の回転」という考え方がもとになっています。1世紀の間、海洋学者は日本沖の黒潮やアメリカ東海岸の湾流や、その他の大海流に注目してきました。こうした海流は「静止」としていると考えられており、海上研究ではこの「安定」した循環をより詳しく記述することに努力が傾注されていました。ところが、そうした考え方は突然通用しなくなりました。観測手法の改良の結果、湾流の湾曲が時間によって変化し、それによって断続的に大規模な強い渦が発生することが判明したからです。間もなく、このような「メソスケールの」渦は大規模な海流の中だけではなく、地球上の全ての海洋にたくさん見られることがわかりました。実際、海洋の運動エネルギーの99%は渦に関係があり、大海流そのものと関係があるのはわずか1%なのです。1世紀以上も海洋力学の99%を無視してこれ

transparent to sound (opposite to the situation in the atmosphere). It seemed reasonable to take advantage of the good acoustic properties of the oceans. Now the speed of sound is a sensitive function of temperature; accordingly the travel time of an acoustic pulse between two points is a measure of the temperatures of the intervening waters. With a network of acoustic sources and receivers we should be able to map ocean temperature in three dimensions, and in four dimensions if the transmissions were repeated on a schedule. We called the procedure "Ocean Acoustic Tomography" because of the similarity with medical tomography, but also because the words were sufficiently obscure to arouse the curiosity of the casual reader.

For twenty years, tomographic experiments were conducted in the Atlantic, Pacific and Arctic Oceans, with reasonable success and no particular public interest. Peter Worcester and I spent a short sabbatical at Angus McEwan's institute in Tasmania [photo 21] to work on the first draft of *Ocean Acoustic Tomography*. The scales of the tomographic transmission paths had grown from 20 kilometers to 1,000 kilometers. With the increased public concern about global warming, the question arose whether the experiments could be extended to a climate scale, order of 10,000 kilometers. The Heard Island experiment was designed to test at what scale man-made sounds could be recorded to allow estimates of global warming. An international consortium was formed, informally at first, with Japanese participation. We sailed the *Corey Chouest*, an acoustic source ship working for the U.S. Navy, to Heard Island, an uninhabited Australian island in the south Indian Ocean. The unique situation of Heard Island is that there are great circle routes to all ocean basins unimpeded by land [photo 10]. The Heard Island transmissions were in fact recorded in the North and South Atlantic, the North and South Pacific, and of course in the Indian Ocean, at distances up to 19,000 kilometers. Eleven nations (including Japan) participated on an informal basis, lowering hydrophones into the sound channel.

This was an experiment where we had no prior of what would be found. At one extreme the predicted range was a few thousand kilometers, at the other extreme the signals should be recordable everywhere. As it turned out, a five-minute-test-signal on the evening before the test was picked up three and a half hours later by Kurt Metzger in Bermuda and (almost simultaneously) by Ted Birsall on a receiver off Washington State. The signals had gotten there by very different paths, the first traveling westward past the Cape of Good Hope into the south and north

たのはどういうわけでしょう。これは科学史研究者にもまだ解けていない謎です。

メソスケール力学の発見により、時間という新しい次元が観測要素に含まれるようになりました。物理海洋学は3次元から4次元の世界に移ったのです。海洋研究用の数隻の船舶で海を行ったり来たりすることは、もはやあまり効果的な方法とは言えません。

海洋は電波や他の電磁波を通しませんが、音波を通します（これは大気の状態とは反対です）。海洋のこの良好な音響上の特質を生かさない手はないでしょう。ところで、音速は温度に敏感な関数です。従って、音響パルスの2地点間の伝播時間は、その2地点の間の水の温度の尺度になります。音響源と受信機のネットワークによって、海洋の温度分布を3次元的に把握できるはずですが、また、時間を決めて音の伝達を繰り返し返せば、4次元的にも温度分布の把握ができます。私たちはこの方法を「海洋音響トモグラフィー」と呼んでいます。こういう呼び方をするのは、一つには、この方法が医学で使うトモグラフィーと似ているからですが、もう一つの理由は、このくらい曖昧な名前をつけておけば、何気なく読んでいる読者も関心を持ってくれるのではないかと思ったためです。

20年間、トモグラフィーの実験は大西洋と太平洋、北極海で実施され、それなりの成功を収めてきましたが、一般の関心は低いものでした。ピーター・ウースターと私は「*Ocean Acoustic Tomography*（海洋音響トモグラフィー）」の第一草稿を書くため、タスマニアのアンガス・マッキワンの研究所で短いサバティカル休暇を過ごしました[photo 21]。トモグラフィーの伝達経路の長さは20kmから1,000kmにまで伸びていました。地球温暖化に対する懸念の深まりにつれ、この実験を10,000km台という気候尺度にまで伸ばすことができるか、という問題が浮上してきました。ハード島の実験の目的は、地球温暖化の規模を測る為に、どの程度の人工の音まで記録可能かをテストすることです。日本も参加して、最初は非公式な形で国際コンソーシアムが発足しました。私たちはインド洋南方にあるオーストラリア領の無人島ハード島に、米国海軍が使っていた音源船「Corey Chouest」で向かいました。ハード島の位置のユニークな点は、そこには陸地に妨げられずに全ての海盆に向かう大圏ルートがあるということでした[photo 10]。ハード島からの音は、北・南大西洋、北・南太平洋、そしてもちろんインド洋でも録音されました。その伝達距離は最高で19,000kmにもなりました。11カ国（日本を含む）が非公式にこの研究に参加し、音の経路に水中聴音器を沈めました。

Atlantic, the other eastward past New Zealand into the south and north Pacific. The demonstration of global acoustics on the afternoon of 5 January 1991 was the high point of my career.

But there were clouds to come. I spoke earlier about our 1963 “Waves across the Pacific” expedition for tracking ocean wave disturbances (not sound waves) along a great circle route from New Zealand to Alaska. We had wondered then about the mighty storms that had signaled their presence around the world. But our wonder was impersonal, at distances of 10,000 kilometers. It never occurred to me in 1991 that we were going to the very location we had identified 28 years earlier as a source region for the great wave events. The first week at Heard Island went well enough and we collected good data. But then the storm hit; of the ten acoustic sources, one went to the bottom and nine were demolished. The Captain tried to console me by saying: “Don’t worry, we were told that the equipment was designed for any possible sea state, and we have gone to some length, even to some discomfort, to test this hypothesis.” When I am now asked; “How long have you had your instruments in the water?” I say: “Ten years, and getting longer every year.” If the storm had hit a week earlier, the experiment would have been a failure, the project would have been canceled, and (as I said yesterday at the ceremony) I would not be here today. You have to have some luck.

We returned elated, not realizing that from this moment on the project was in deep trouble by its very success. We called the project called Acoustic Thermometry of Ocean Climate (ATOC). Heard Island had gotten a lot of publicity, and had aroused Greenpeace and other environmental groups to the danger of deafening whales by sound. The concern is a very real one, whales and other marine life depend crucially on sound for finding food, locating mates and for a myriad of other functions. (Whales have known about the good quality of ocean sound propagation long before ATOC.) The question is one of numbers: Is the intensity of sources at a level that could produce harm? The *Los Angeles Times* published a front-page article on an interview with an environmentalist who claimed that ATOC would kill 750,000 California Gray whales. This was based on the faulty assumption that our sources transmit 260 million watts of acoustic power. Actually we transmit at 260 watts. The discrepancy arises from the fact that the decibel unit used in air differs from that used in water. The error was subsequently corrected, but by then it was too late. We spent three years fighting a determined lobby. I was determined not to repeat the Mohole disaster. Judith and I attended eleven noisy

この実験は、結果の予測がつきませんでした。低いところでは予測値は数千kmでしたが、他方で、信号はどこでも記録されうるとい説もありました。結果は、実験前夜に出した5分間のテスト信号を、3時間半後にはバーミューダのカート・メッツガーが受信しました。また（それとほぼ同時に）、テッド・パースダルがワシントン州沖の受信機で、その信号を拾いました。信号は、異なる経路を通過して2人に受信されたのです。一方は、西に向かって喜望峰を通り過ぎ、南大西洋と北大西洋に入りました。他方は、東に向かってニュージーランドを通り過ぎ、南太平洋と北太平洋に入りました。1991年1月5日午後、地球規模で音が伝わることを証明できたことは、私の研究者人生のハイライトでした。

しかし良いことは続かないものです。先に、ニュージーランドからアラスカまでの大圏ルートに沿った海洋波浪の乱れ（音波ではない）を追跡する「太平洋を通る波浪の研究」という1963年の遠征についてふれましたが、そのとき関心を持っていたのは、世界中のあちこちで発生している強い嵐についてでした。しかし、そういう嵐は10,000kmも離れたところで発生するわけですから、所詮はよその世界の出来事だと思っていました。1991年、奇しくも28年前に大波浪の発生地として特定した地点に、自分たちが向かっているのだとは夢にも思いませんでした。ハード島の最初の1週間は順調に過ぎ、良いデータが集まりました。ところが、その後嵐がやってきました。10の音源のうち、1つは海底に沈み、残り9つは破壊されました。船長は次のように言って私を慰めてくれました。「心配するなよ。あの装置は海がどんな状態でも使えるという話だから。それが本当かどうか、我々はそれなりに苦労して調べたことになるじゃないか」。今、私が「水中に機材を、最長でどのくらいの期間置いておかれるのですか？」と訊かれたら、「今のところ10年ですが、現在も記録更新中です」と答えます。嵐が来るのが1週間早かったら実験は失敗し、プロジェクトは中止になっていたでしょう。そして（昨日の授賞式で申し上げたように）私は今日この場にはいないでしょう。やはり、運がものを言うのです。

私たちは意気揚々と戻ってきましたが、間もなくこのプロジェクトがその成功ゆえに暗礁に乗り上げるとは、夢にも思いませんでした。私たちはこのプロジェクトを「海洋気候の音響的溫度測定」(ATOC)と呼びました。ハード島は注目の的になりましたが、その結果、グリーンピースをはじめとする環境保護団体が、音でクジラの聴力をダメにしてしまう危険があると主張し始めました。確かにこうした懸念が出てくるのももっともでした。クジラやその他の海洋生物は、エサを探したり、仲間の

and very unpleasant public hearings. (James Lynch has written a book on the ATOC story to be published next year.) By now there have been two years of ATOC transmissions with no indication of any significant effect on marine life. But the long delay and continued opposition to ATOC leaves the future in doubt.

We were requested to speak in a personal way of our life and our career in this commemorative lecture. The Kyoto award identifies the speakers with unusual success. The generous sponsor of this event, Dr. Inamori, wants us to share the elements of our success with a generation of young people. All I can say is: do what you enjoy, do it energetically, be daring, and grab hold of opportunities as they pass by. Glück auf!

居場所を突き止めたり、その他様々なことをするために、非常に音に依存しています（クジラは、A T O C以前から海洋では音がよく伝わることをとっくに知っていたのです）。問題は、数値的なものです。つまり、音源の音の強さは害になるほどのレベルなのか、ということです。ロサンゼルス・タイムズ紙は、ある環境保護論者とのインタビュー記事を第一面に掲載しました。その中で、その環境保護論者は、A T O Cによって75万頭のカリフォルニア・コククジラが死ぬと主張しています。この主張は、私たちの音源が2億6千万W(ワット)の音響出力があるという、誤った思い込みに基づいています。実際の出力は260Wです。この数字の誤解は、空気中で使われるデシベル単位が水中のものと異なっていることから起きたものです。この誤りは、ほどなくして訂正されましたが、時すでに遅しでした。結局、頑固なロビイストとの戦いに3年を費やしました。私はモホール計画の失敗は繰り返すまいと決意しました。ジュディスと私は、野次の乱れ飛ぶ不愉快な公聴会に11回も出たのです（ジェームズ・リンチ著のA T O Cについての本が来年出版予定です）。これまでA T O Cで2年間、音波発信が行われてきておりますが、海の生物に何ら大きな影響を与えた兆候はありません。しかしA T O Cプロジェクトは大幅に遅れ、今も反対運動が続いていることから、将来どうなるかわかりません。

本日の記念講演では、自分の人生や仕事について話すよう仰せつかりました。京都賞の受賞者は各々の分野で大きな成功を遂げています。その成功の秘訣を若い人にも伝えたいというのが、京都賞創設者の稲盛理事長のお気持ちであると思います。私から若い皆さんへのアドバイスは、好きなことを力いっぱい大胆にやって、チャンスが来たらしっかり掴んで下さい、ということです。幸運を祈ります（Glück Auf!）。



photo 1



photo 2



photo 7



photo 8



photo 3

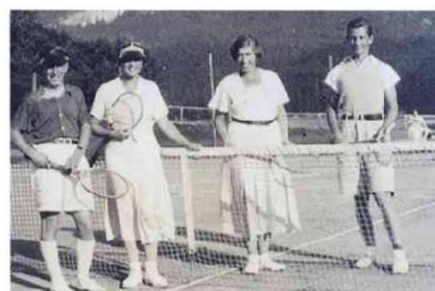


photo 4



photo 9

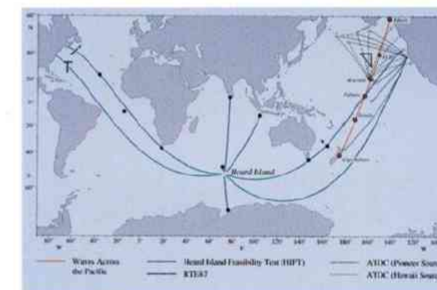


photo 10



photo 5



photo 6



photo 11

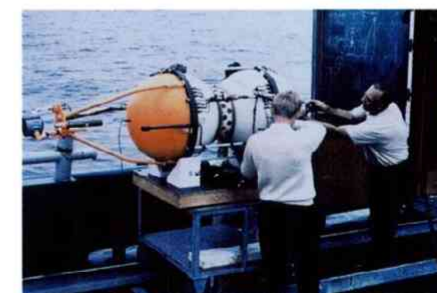


photo 12



photo 13



photo 14



photo 19



photo 20



photo 15

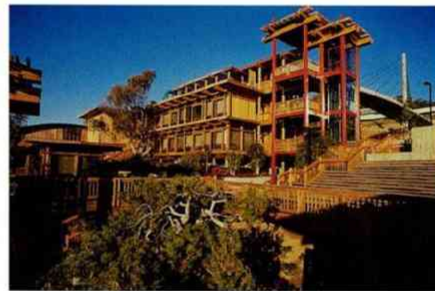


photo 16



photo 21



photo 17



photo 18

稲盛財団1999——第15回京都賞と助成金

発 行 2000年12月25日

制 作 財団法人稲盛財団

京都市下京区四条通室町東入函谷鉾町88番地 〒600-8009

電話〔075〕255-2688

ISBN4-900663-15-8 C0000