

スクリップス海洋研究所(1) Scripps Institution of Oceanography

中尾 征三(海洋地質部)

1. はじめに

同じ米国にあるウッツホール海洋研究所 ラモント・ドハティエ地質学研究所とならんで 世界でも屈指の海洋研究所といわれる カリフォルニア大学(サン・ディエゴ校)のスクリップス海洋研究所は 1978年に創立75周年を迎えた。筆者は 1978年2月から1979年4月まで科学技術庁派遣の長期在外研究員として 同所に滞在したので その間の経験を含め 訪問者の目からみると理想郷ともいえるこの研究所の素顔を紹介してみたい。

スクリップス海洋研究所(以下 SIO と略称する)を語る時 その地理的条件をぬきには不可能であろう。SIO のある La Jolla (ラ・ホヤ) という町は カリフォルニア州南端近くの太平洋に面するサン・ディエゴ市の北の郊外に位置する。(La) Jolla というのはスペイン語で宝石という意味をもち これは海岸の美しさを表わしていると思われる。サン・ディエゴの緯度は約32.5°N で 日本でいえば四国の最南端あるいは宮崎県延岡市や天草の北端位にあたり 数十マイル東へ行けば砂漠もあるし メキシコとの国境までわずか30マイル程だから 熱風や熱砂のイメージがわいてくるかも知れない。しかし さいわいなことに 近隣の太平洋岸がカリフォルニア海流(寒流)に洗われているため いわゆる地中海性の気候が発達している。具体的にいえば 夏の気温は30°C近くになるが湿度が低く 冬は若干雨が降り(年間降水量は300mm以下ときいた) 気温が10°Cを下回ることとはほとんどない。いわば常春なのである。半袖のポロシャツに長袖のセーターとレイン・コートを持っていれば 一年中間に合うといえ ば おわかりいただけると思う。したがって 通常の家屋には冷房装置はいらないし 研究所内も 特殊な場所を除くと天然空調である。戸外で汗ばむような日でも所内は快適。したがって(そのせいばかりではないだろうが) 人の心も大らかで心身共に健康な日々を過せる基礎的な条件がそろっているといえる。その他 立地に関して書きたれば際限ないが サン・ディエゴがロス・アンゼルスから南へ飛行機で35分 車で約2時間の道程にあることを付け加えて 本題にはいる。

2. SIO の歴史

冒頭に述べたように 偶然にも筆者の滞在中に SIO が 75周年を迎えたので “Scripps Institution of Oceanography 1903-1978” と題する20頁の小冊子が発行された。この小冊子のほかに同じ著者の手による最近の40年史(Elizabeth N. SHOR(1978): Scripps Institution of Oceanography. Proving the Oceans, 1936-1976. San Diego Tofua Press 502p.) があり 各分野毎の動向が手にとるようにわかる。さらに 一部重複するが 前半の50年史(1903-1953)も出版されている(Helen RAITT and Beatrice MOULTON(1967): Scripps Institution of Oceanography: First Fifty Years. Los Angeles Ward Ritchie Press)。ここでは主に前述の小冊子に基づいて 1960年代までの大きな流れを書きとめておきたい。なお 掲載した写真はすべて この小冊子から複製されたものである。

SIO が生まれるまで(1891-1903)

SIO の創立は1903年ということになっているが もちろん ある日突然つくられたわけではない。その12年前 カリフォルニア大学(バークレー校)の生物学教官になって間もない W. E. RITTER がカリフォルニア州沿岸の太平洋で生物調査を始めようとした事が 大きなきっかけとなった。彼は 1891年に動物学部から200ドルの予算を獲得して テントと実験器具を購入し 翌92年から パシフィック・グロープという町(サン・フランシスコの南方モンタリー郡)を皮切りに 夏季調査を実施した。また 彼は夏季の調査時に使える永続的な観測所を設置するのに適した場所をさがしていた。RITTER は調査準備をしていた1891年に サン・ディエゴで Fred BAKER というアマチュアの貝類学者(本職は医者)に会い 1903年の夏季調査をサン・ディエゴで行うことに同意している(何故 12年も先のことを決めたのかは 全体の計画についてのデータがないのでわからないが)。BAKER は1,250ドルの大金を寄付しただけでなく 有名なホテル・デル・コロナドの艇庫を実験室として使えるよう手配した。BAKER の熱心な努力は やがてサン・ディエゴに住む多くの著名人の援助を集めることにつながり その結果として1903年9月26日 サン・ディエゴに海洋生物学会(Marine Biological Association of San Diego 以下

MBAと略称)が34名で設立された。後述するように SIO という名前が採用されたのは1925年であり前身の Scripps Institution for Biological Research でさえ1912年につけられた名称であるが 歴史的には この学会の設立が SIO のはじまりということになっている。設立当初の MBA は Homer H. PETERS (代表1906年に Fred BAKER と交代) Ellen B. SCRIPPS (副代表) William E. RITTER (学術担当役員) 等の役員を選び 学会の目的として 南カリフォルニア沿岸の生物・水理学調査の遂行 公衆用の水族館と博物館の建設及び運営等をかかげた。



第1図
SIOの創始者で 当初
20年間所長を務めた
William E. RITTER

カリフォルニア大学に合併されるまで(1903—1912) MBAの副代表 Ellen B. SCRIPPSの義理の兄弟である E. W. SCRIPPSは新聞社を経営していたが MBA役員会の特別メンバーともなり ELLENとともに初期の活動に測り知れない程の貢献をした。たとえば E. W. SCRIPPSは一般的な財政援助だけでなく 彼のヨットを調査用に提供したり 特定の調査計画に対して しばしば臨時の資金を出した。さらに 彼は MBAが1000ドルで落札することになった 80ヘクタールのサン・ディエゴ市有地(Pueblo Lot 1298と登記されていた土地で現在の SIOの所在地)の取得手続きを1907年に完了するとともに その土地の荒れた斜面部をおおうために大量の樹木を提供した。また Ellen B. SCRIPPSは年間の一般維持費を寄付したうえ Scripps Building 図書館—博物館(1977年に取り壊された) 全長305mの棧橋 21戸の簡易住宅 及び Ritter Hall(総費用の1/3)の建設資金を出した。さらに彼女は MBAのために40万ドルという巨額の基金を設立したのである。

1905年から1910年まで 実験室(これは約900ドルの個人寄付によって建てられた)は 現在の SIO敷地から南へ4kmほど離れたところであり 1910年に 現在地にはじめての建物(実験室)がつくられた。Ellen B. SCRIPPSの希望により 新設の実験室は彼女のなくなった兄の名をとって George H. Scripps Memorial Laboratory と呼ばれることになった。当時 旧実験室は 4kmという近距離にあったにもかかわらず 途中の道が 降ればぬかるみ 照ればほこりだらけといった状態であつたらしく その上車をもっている人がほとんどなくて 非常に不便であつたため “biological colony” と呼ばれたそうである。

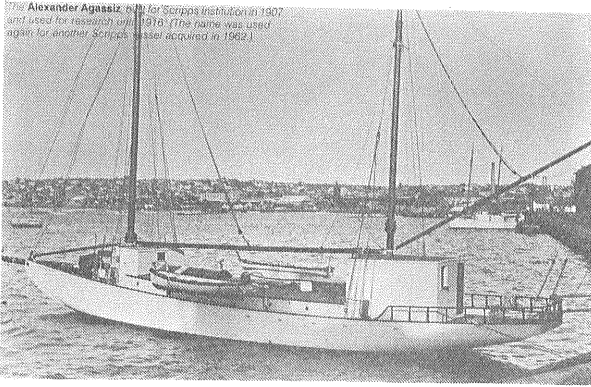
カリフォルニア大学移管後の10年(1912—1923)

MBAが当初から希望していたカリフォルニア大学への移管は若干の紆余曲折の後 1912年に実現したが この時 Scripps Institution of Biological Research (SIBR)

という名称が採用された。当時から1938年までの学生(graduate students)は カリフォルニア大学パークレー校に登録されていた。大学へ移管された時には実験室はすでに年間を通して使用できるものになっていた。また 1910年にラ・ホヤに移住して Scripps Buildingの2階に起居していた RITTER 夫妻は 1913年に新しい所長用の木造家屋(現在の水族館の向いにある T-16という建物)に住むことになった。当時は スタッフや訪問研究者の大半が粗末な木造家屋に住み すき間風や大雨のたびの雨漏りに悩まされていたようだ。

さて MBAの創立から20年間 研究面をリードすることになった RITTERは かなり多作の傑出した生物学者であつて その興味のおもむくところは違っていたけれども E. W. SCRIPPSと協力して おおいに新しい研究所を盛りたてていった。SCRIPPSはしばしば 彼自身と彼の義妹(ELLEN)の MBA に対する貢献に言及して 「われわれは研究所ではなく RITTER に寄付しているのだ」といつていたそうである。

初期の研究では 近海の海生動植物の分類 分布や環境との関係が主題であつた。1907年までは F. W. SCRIPPS 所有のヨットが そして1907年から1916年までは Ellen B. SCRIPPSの基金で建造された 船長26mの Alexander Agassiz が研究船として活躍した。当時の研究の結実のひとつとして 南カリフォルニアの海洋生物便覧ともいふべき “Sea Shore Animals of the Pacific”(JOHNSON and SNOOK, 1927)がある。また 1908年からスタッフに加わつた物理学者の McEWENは海洋物理と気象とを研究し 長年にわたつて 海水の温度変化に基づいた降雨の長期予報を出して 各界におおいに役立った。また当時(1925年まで)は SIBR の名が示



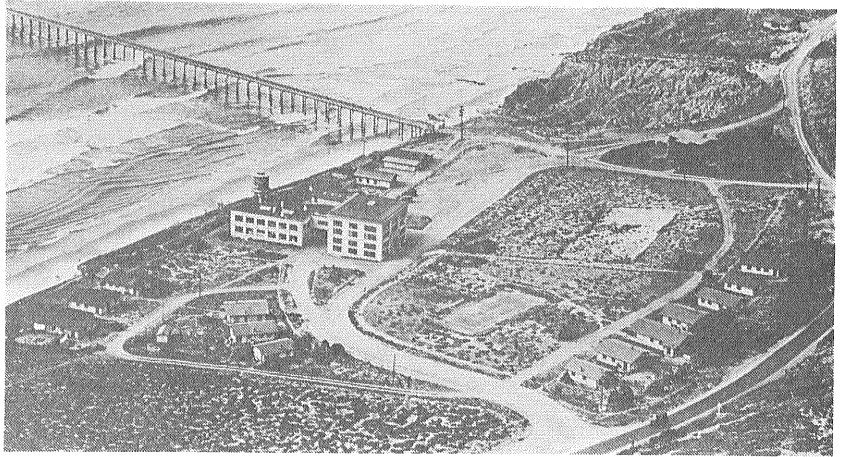
177 Alexander Agassiz built for Scripps Institution in 1907 and used for research until 1978. The name was used again for another Scripps vessel acquired in 1962.

第2図 1907年に就航したSIO初の調査船
Alexander Agassiz (船長26m)

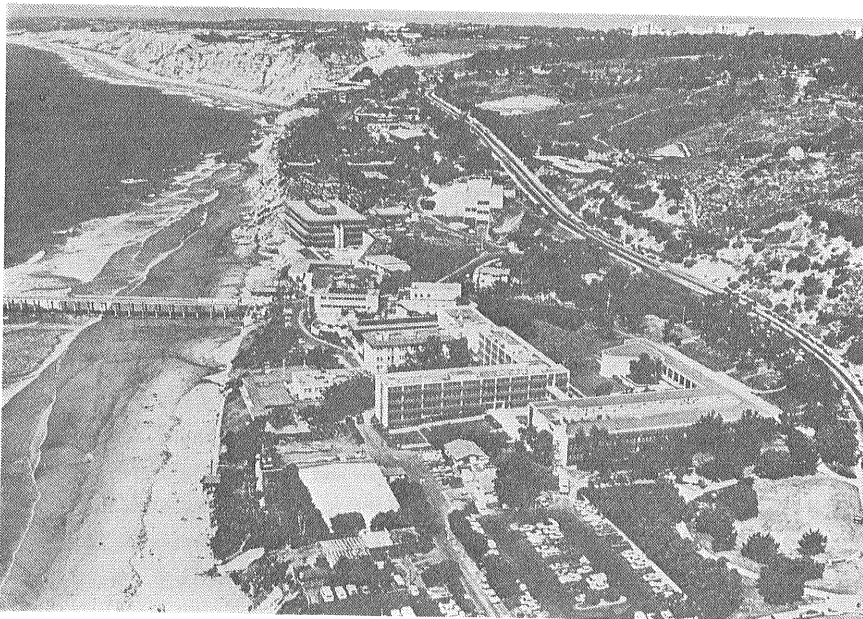
すように 研究分野が海洋に限定されず 陸生動物の遺伝に関する研究を行っていた生物学者もいた。

SIOへの改名から第二次世界大戦まで(1923-1940) RITTERが1923年に引退した後 F. B. SUMNERが半年程 所長代行をつとめ 1924年2月に T. W. VAUGHANが新所長に就任した。そして 1925年に海洋の研究に焦点がしぼられることが決まり SIBR から現在の名称である Scripps Institution of Oceanography (SIO)へと改名された。

VAUGHANは以前 主に米国地質調査所で 現存及び化石のサンゴや有孔虫の研究をしていたが SIOでもそれをつづけた。また彼は 海洋学の発展をはかり SIOが太平洋の海洋学研究に果たす役割を拡大させた。



第3図
1920年当時のSIO全景



第4図
1978年当時のSIO全景
右上隅に並んでいるビル群がUCSD

彼の努力で 海軍や沿岸測地所の船舶をはじめ 民有船や灯台からの海洋学データが SIO に集積されるようになった。 加えて 南カリフォルニアの多くの企業から研究計画に対する財政援助が得られるようになった。

研究船に関していえば 1916年以降 SIO は専用の研究船を持たず 1925年にマグロ引網船を改造した *Scripps* (船長20m) が近海用に就航するまでは 他の機関の船に便乗せざるを得なかった。 その *Scripps* を1936年の秋に焼失した後 1937年3月には E. W. SCRIPPS の息子の Robert P. SCRIPPS の寄付により 船長30mのスクーター (通常は3~4本マスト この場合は2本マストの縦帆船) を改造した *E. W. Scripps* が就航した。 *E. W. Scripps* は カリフォルニア沿岸の海洋物理 化学 生物及び地質のデータを集めるため毎月のように船出していたが 1939年には 研究所初の長期航海——カリフォルニア湾へ2か月——に出た。

VAUGHAN の在職中に スタッフが若干増え 化学 生態学 微生物学 海底地質学などの分野で新しい研究計画がはじめられた。 バクテリアの研究で名高い Claude E. ZoBELL も この頃 (1932年) 新計画の一端をになった。 1931年に 2番目の主要実験棟である Ritter Hall が建てられ 学生数が1学年3人から13人に増えた。 1936年に VAUGHAN の後を継いで所長となった Halald U. SVERDRUP は ノルウェーの海洋物理学者で アムンゼンと共に北極地方の研究をやった人で 1931年には極氷の下を潜水船で航行する最初の試みにも参加している。

1920年代後半には 不況の影響が出はじめ 大型研究船の建造が計画されたが実現できなかった。 しかし一

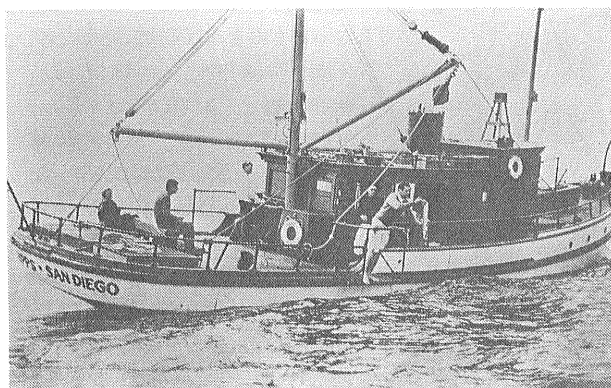
方では連邦及び州の失業対策局 (Works Progress Administration 及び State Emergency Relief Administration) を通じて派遣された労働者によって 建物や道路の修復 図書の整理 タイプ打ち ほん訳 実験室の補助等が行われるという かなりの利点もあった。

1930年代にはいって SCRIPPS 一家からの寄付が激減した。 それは 1926年の E. W. SCRIPPS の死に続いて 1932年には Ellen が そして1938年には Robert が死去したためである。 SVERDRUP は この難局を乗り切るため 外部機関との協力を促進したり 大学からの援助を増額させるよう尽力した。 漁業関係の研究についての漁業局との協力やカリフォルニア大学 (ロス・アンゼルス校) での海洋学課程の開設による新しい学生の獲得などが この頃の足跡に残っている。 1938年からの学生は ロス・アンゼルス校 (UCLA) に登録された。

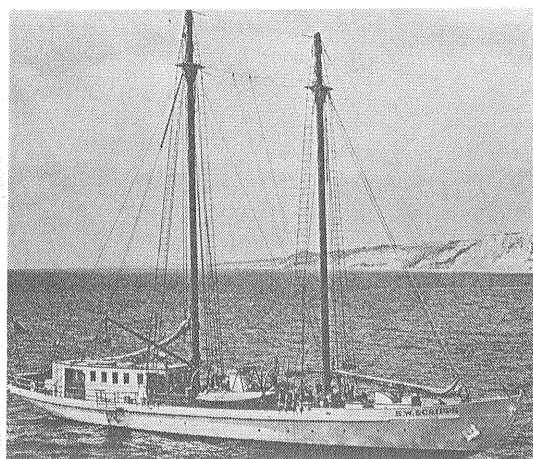
戦時中の体制 (1941—1945)

戦時中は スタッフの何人かが兵役につき 残った者も軍事研究計画に組み込まれていった。 また 唯一の専用研究船であった *E. W. Scripps* も サン・ディエゴ南西のローマ岬につくられた カリフォルニア大学の軍事研究部 (UC Division of War Research, UCDWR) に貸与された。

戦時中の研究で特筆されるのは SVERDRUP と MUNK による波浪予報の技法と UCDWR で遂行された水中音響等に関する研究である。 前者は 北アフリカへの侵略以来 連合国の水陸両用部隊に利用されたし 波浪予報は教科課程として 200人以上の陸軍将校に教えられた。 また後者は対潜作戦に使われた水中音響の先駆



第5図 1925年にマグロ引網船を改造してつくった調査船 *Scripps* (船長20m)



第6図 1937年スクーターを改造した調査船 *E. W. Scripps* (船長20m)

的研究 温度躍層の分布図作製 深部音波散乱層の発見とその原因の究明(生物による)等を含んでいる。UCDWRではその他音響機器の改良 太平洋 インド洋の音響図作製やアジアの大陸棚海域の堆積図の編集も行われた。

1942年には SVERDRUP は M. W. JOHNSON 及び R. H. FLEMING と共同で 有名な “The Oceans: Their Physics, Chemistry, and General Biology” を著した。これは当時としては 英語で書かれた唯一の総合的な海洋学教科書であったといわれる。

「この戦争は 海洋学がいかに応用され得るものかを示した」と SVERDRUP が述べた1946年には SIO は米国で海洋学の学位を授与できる唯一の学校であった。戦争末期から 海洋学を志す学生が増え 1946年秋には 37名の学生が登録された。海軍は 海洋学分野での基礎的研究の価値を認めて Office of Naval Research (ONR) を創り 船を提供するようになった。そして 1950年代に向けて スタッフ 学生 船舶及び建物が増え いわゆる戦後の急成長期へはいつていくわけである。

戦後の成長(終戦から1960年代まで)

SIO の戦後の発展に関して 著しい貢献をしたのが Roger REVELLE という人である。彼は 1936年に SIO で 学位(Ph. D.)をとり 戦争中は海軍予備艦隊に所属していた。戦後 1946年に 洋上での原爆実験とその環境への影響を研究する計画に加わった後 1948年に 彼は 教授兼副所長として SIO に帰ってきた。Revelleは SIOへ復帰する直前に 海軍から *Horizon Crest* 及び *Paolina-T* という 3隻の船を譲渡してもらい 約束をしており それらに加えて 戦時中 SIO から UCDWR に貸与されていた *E. W. Scripps* が加わって SIO は海洋学研究所として 初の船隊をもつことにな

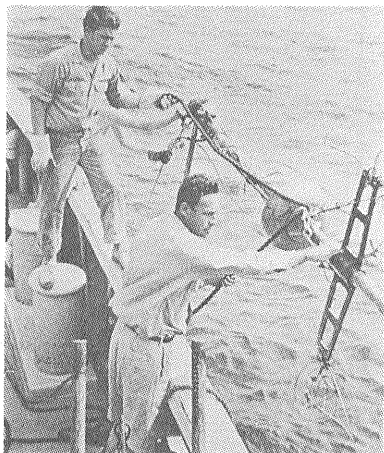
った。

SIO に復帰した直後から REVELLE は ONR との初の研究契約の締結を助けたり SVERDRUP と協力して水産学分野で他機関との共同研究をはじめた。1948年に SVERDRUP がノルウェーに帰国した後の2年間 Carl ECKART が SIO 所長を務め さらに その後を継いで REVELLE が所長となった。1950年の初めには REVELLE は SIO 初の大きな探検である Mid-Pac Expedition を組織している。

REVELLE は 海洋学研究が 食料・鉱物資源の不足を補い 国家防衛に役立つ また われわれが住んでいる地球を理解するための基礎的データを提供できると考え 米国における科学研究基金の増大に合わせて SIO の新しい研究計画や組織を發展させ得たといわれている。

戦後の SIO を組織面からみると 新たにつくられたものとして Marine Life Research Group (MLRG-Revelle の足跡のひとつである 水産分野での大型共同研究 CCOFI の SIO における対応体として組織された) Marine Physical Laboratory (MPL—カリフォルニア大学軍事研究部 UCDWR を母体となってつくられた) Visibility Laboratory (マサチューセッツ工科大学より移管) カリフォルニア大学 Institute of Geophysics and Planetary Physics (IGPP) のラ・ホヤ支所 及び Physiological Research Laboratory (PRL) がある。また 全米の海洋資源に関する 研究 教育及び公共サービスを奨励するために設置された Institute of Marine Resources (IMR) はスクリップスに代表部を置いた。その後 (1971年) カリフォルニア大学の Sea Grant Program の事務局が IMR 代表部内におかれることになった。

一方 1950年代になって 海洋学分野での国際協力計画にも SIO は大きな役割をはたしはじめた。SIO が主要な参加機関となったものをあげると 1955年の Norpac Expedition (北緯20度以北の一般海洋調査で 米国日本及びカナダから19隻の船が参加したが そのうち3隻がスクリップスの船であった) 1957-58年の International Geophysical Year (IGY: 国際地球観測年、SIO は 3つの航海と太平洋の16の島での海水準変動などの観測を実施した) 1956年の Naga Expedition (タイ及びフィリピン近海の生物・漁業調査で 東南アジアの多くの国からも参加者があった) 及び 1960-64年の International Indian



第7図 1950年 Mid-Pac Expedition でピストンコアラを操作する R. REVELLE (手前) と R. F. DILL



第8図 1953年 Marine Life Research Group の Isaacs-Kidd 半深海用 トロールの操作

Ocean Expedition (インド洋に5年間で40隻の船が出かけた。SIOは3航海に船を提供したが1960年のArgoはSIOの船としてははじめてインド洋に乗り入れたことになった。)があげられる。さてここで研究分野毎にこの時期の主要な足跡を紹介しておこう。

<地球物理・地質学> 1949年にE. C. BULLARDが中心となって世界で初めての堆積物の熱流量測定器を開発した。この測定器を用いてA. E. MAXWELLとJ. M. SNODGRASSは翌1950年に本格的な海底の熱流量測定を開始した。1950年代前半にはSIOの探検でMid-Pacific Mountainsや西海岸沖の複雑な断裂帯が発見された。それらに加えてV. VAQUIR, R. G. MASON及びA. D. RAFFが行った地磁気の測定による海洋地殻のずれの証明やH. W. MENARDによる新しい地殻を生み出しているEAST PACIFIC RISEの研究などが大洋底拡大とプレート・テクトニクス学説の拠り所としてあげられる。また太平洋におけるマンガン団塊分布の概要把握とE. D. GOLDBERG及びG. ARRHENIVSによる団塊の化学分析R. L. FISHERによる世界最深部(マリアナ海溝チャレンジャー海淵10,914m)の発見さらに途中で中止されたが海洋地殻下でマントルに達するボーリングを行う予定であったモホール(Mohole)計画への協力もこの分野の活動として忘れてはならないものであろう。

<生物学> ひげ鯨の一種であるgray whaleなど海生哺乳動物の研究をしていたC. L. HUBBSは1954年Guadalupu島で絶滅したといわれていたアザラシの一種の生存と他のゾウアザラシの増殖を確認した。微生物学者のC. E. ZOBELLは1951年フィリピン海溝で水深10,000mの海底から採取した泥の中にバクテリアが生存することを明らかにしこのバクテリアを陸上実験室の圧力容器の中で何年間も生かし続けた。また生化学者のD. L. FOXが海洋生物やフラミンゴの鮮やかな色をつくっている色素分子の構造を明らかにしたことや付着性生物の研究から発電所の海水冷却システムの温度を時々上昇させることによって生物付着による汚れを落とすよう勧めたことも特筆されよう。なおこの間に集められたSIOの魚類標本は米国・カナダを通じて6番目に大きなものになったといわれる。

<沿岸域の研究> 1950年にD. L. INMANはShore Processes Laboratoryをつくり海岸作用の研究を本格的にはじめた。彼のグループははじめて波浪計を開発したがこれは電算機処理用にデジタル・データ

がとれるものであった。グループ員の一人A. J. BOWENは1967年INMANの指示でrip currentの生成機構を解明した。現在このグループは海岸の漂砂現象と波による砂の移動を研究している。

<海洋物理学> 1950年代後半にJ. M. SNODGRASSが考案した技術を基にして水深200mまでの水温を連続して測定できるバシサーモグラフ(BT)が開発された。1960年代にはM. ROBINSONがBT技術を使って測定されたデータに基づいて世界の海洋の温度分布図を編集したがこれに非常に役立ったのがJ. D. FRANTSCHY, M. C. SARGENT及びP. R. MACKが完成させたBT記録の自動数値化装置であった。

<海洋化学> 海洋堆積物の化学・鉱物学を広範に研究したE. D. GOLDBERGは乾燥地帯からの風送堆積物粒子や陸上で使われた殺虫剤に由来する石膏が陸地から遠く離れた地点から採取された空气中に存在することを発見した。C. D. KEELINGは人類が化石燃料を使うことが地球上の気象を変化させる(いわゆる温室効果)が否かを明らかにするために大気中及び海水中の二酸化炭素のモニタリング・プログラムを設定した。またH. E. SUSSは1957年(彼は後にUC San Diegoの化学部に移ったが)に国際地球観測年(IGY)プログラムの一環として放射性炭素実験室を開設し沿岸地域での海水準変動や古気候の研究に大きな貢献をした。一方1950年代の熱核実験に参加したスクリップス研究者のうちでT. R. FOLSONは核分裂生成物の海中における挙動を長年にわたって追跡した。同じくT. J. CHOWは海水及び堆積物中から自然量として考えられる以上の鉛を測定してその主要な源が有鉛ガソリンにあると結論した。

以上に述べたような研究活動の隆盛ともなって建物も当然のように増えてきた。そのピークは1960年でこの年には新たにSverdrup Hall(ホールと呼ばれているのは通常の研究室・実験室用の建物)が建てられた他Ritter Hallの2回目の増設Sumner Auditorium(大講堂)の新設があった。

同じ1960年には以前にあった理工系大学院の設置計画が変更されてカリフォルニア大学サン・ディエゴ校が開設されスクリップス海洋研究所はその大学院としての機能を持つことになった。そして1960年代後半にNeurobiology Unit及びDeep Sea Drilling Project(SIOが現在の事務局)が新組織として加えられSIOは米国最大の海洋研究所となったのである。

(つづく 次号でSIOの現状を紹介する予定)