

日本大学年代測定室の閉室にあたって

小元 久仁夫*

Closing announcement of radiocarbon dating laboratory of Nihon University

Kunio OMOTO*

(Received October 31, 2010)

Radiocarbon dating laboratory of Nihon University started β -counting since 1988 and has finished its activities at the end of 2010. During above period more than 2200 sample materials have been dated by Prof. Dr. Kunio Omoto and his colleagues using four gas-proportional counters and one Quantulus 1220 (LSC). The dating materials have been offered by geologists, geomorphologists, archaeologists, companies and educational boards which located all over the Japanese Islands. Their results have been reported not only at domestic scientific journals but also at International Radiocarbon Conferences and foreign journals with laboratory code of "NU". In this report the author concludes its 23 years of radiocarbon dating activities carried out at Nihon University.

Keywords: ^{14}C dating, Gas-proportional counting, LSC (Liquid Scintillation Counter), NU (Nihon University)

I はじめに

放射性炭素年代測定法がLibby (1955) によって発表されて以来半世紀以上の年月が経過した。この間の技術の進歩はめざましく、当初は年代決定のために1g以上の炭素が必要であったが、今日ではAMS (加速器質量分析装置) を使用すれば僅か1mg以下の炭素で、しかも β -counting法に比べてきわめて短時間の測定時間により、また小さな付加誤差をもって年代決定が可能になった。

著者が ^{14}C 年代測定に従事することになった詳細は既報 (小元, 2010) の通りである。1966年4月に東北大学理学部に就職すると同時に東北大学名誉教授の西村嘉助先生の業務命令によって始まった ^{14}C 年代測定が、その後著者の研究上必須の道具の一つになろうとは想像もしなかった。しかしその後文部省 (当時) の科学研究費により1982年当時世界で最も古い年代まで測定可能な年代測定装置を構築し、また一連の年代測定実験をパーソナル・コンピュータを使用し自動化する方法を確立した

(小元, 1982a, 1982b; Omoto 1998; 小元・大木, 1999)。

^{14}C の研究自体は放射化学、原子核物理学、地球物理学などの範疇にあると言えよう。しかしその半減期を利用した年代決定法にもとづく研究は地質学、地形学、気候学、考古学などからトレーサーとして ^{14}C を使用する医学部門に至るまで実に多岐に渡る分野において学際的に使用されている。著者の専門分野は自然地理学であり、当初 ^{14}C 年代測定については門外漢であった。しかし内外の多くの ^{14}C 年代測定室を訪問し、多くの科学者達から ^{14}C 年代測定の「ノウハウ」を学ぶことができたおかげで、その後信頼性の高い測定結果を発表できるようになった。

以下1987年4月に日本大学に着任以降、日本大学年代測定室誕生のいきさつから閉室するに至る経緯までを報告する。

II 日本大学年代測定室設立までの経緯

日本大学で ^{14}C 年代測定を行うにはどうしたらよいかについて何人かの方々に相談した。数万円や数十万円の

* 日本大学文理学部地理学教室：
〒156-8550 東京都世田谷区桜上水3-25-40

* Department of Geography, College of Humanities and Sciences, Nihon University. 3-25-40, Sakurajousui, Setagaya-ku, Tokyo 156-8550

物品調達ならば学科の予算範囲内で可能であるが、数百万円となればそう簡単に一人の教員に対して学科として支出できる金額ではない。また¹⁴C年代測定に使用する遮蔽材は重量物であり(1t~6t)、年代測定装置を設置する部屋もその荷重に耐えられる部屋でなければならない。ちなみに著者の当時の研究室はプレハブ造りの2階にあり、その床荷重は部屋の四隅で240kg/m²であった。自然地理学系の教員と相談の結果、文部省科学研究費を申請する方法と私学助成設備整備費を申請する方法が最後に残った。いずれの方法を取るにしても、申請後実現まで早くても数年間を要すると思われた。

手元に残っている記録によれば、まず1987年6月15日付けで学科代表の永野征男教授名で当時の学部長沼尻正隆教授宛に「建物使用許可願」が出されている。また放射性炭素年代測定装置を設置するのに最適な建物を管財課の吉野英治氏に捜していただき、「第2体育館の旧ボイラー室」が最も適しているという回答を得て建物使用許可願が提出された。この願い出が認められて、コンセントや照明器具の増設工事が行われ年代測定室が誕生した。

おりしも日本大学創立百周年記念事業が進行しており、1987年9月には「日本大学年代測定研究所設立要望書」を作成したが、この件は立ち上がりが遅かったため実現出来なかった。なんとかして年代測定を行いたいと思い、東北大学を退職した時の退職金で年代測定装置の一部を購入し始めた。ある日管財課の職員から、個人で物品を購入するのは物品管理上好ましくないので、校費で購入してほしいと言われた。このため9月7日には、大沼管財課長あてに「実験室関係物品の整備について」という年代測定に必要な物品リストの文書を提出し、建物の入り口には「日本大学年代測定室」の看板を掛けていただく要望書を提出した。1987年10月22日付けで学科代表永野征男教授から沼尻正隆学部長宛に「年代測定に必要な物品の購入について」という願書が提出された。ある日、塩酸の蒸気が漂う旧7号館裏の地物実験棟2階の地理実験室1に、突然立石友男教授が大沼管財課長を連れてこられた。「このままではせっかく東北大から呼んだ小元先生を殺すことになるので、管財課長どうかドラフトチャンバーとやらを買って上げてください！」と立石教授は頭を下げた。このような経緯があって上記の願書や陳情は受理され、年末までにほぼ年代測定に必要な実験機器・器具が納入された。

検出器(カウンター)を収納する鉄遮蔽材については、トレーサーのコバルト60が入っていない鉄板を日本鋼管の方に捜していただいた。しかし最終的には測定装置

を組み立ててβ線を測定しなければ保証できませんと言われた。鉄遮蔽材の搬入にはゼミの学生諸君が手伝ってくれた。このようにして1988年にはどうかこうにか年代測定の基礎実験を行えるような環境整備が整った(写真-1)。しかし年代測定を行うには、ドライアイスや液体窒素といった寒剤が必要である。これをどこから購入するか、またその費用をどうするかが問題となった。幸い前者については世田谷区の業者が見つかったが、後者については問題が生じた。当時文理学部には個人研究費の制度はなかったし、実験実習費を使用するにしても該当する授業科目がなかったのである。

ある日旧7号館の廊下を歩いていたら、自然科学研究所長をされていた物理学科の深見教授(名誉教授)から呼び止められた。「小元さんが東北大学で行った研究内容を調べさせてもらいました。なかなか良い研究をされましたね。東北大学で行ってきた年代測定を日大で行うとすると、いろいろと費用がかかり学科の実験実習費からの支出では大変でしょう。年代測定装置を自然科学研究所の附置研究施設にすれば維持経費を出せます。現在電子顕微鏡やほかの分析装置は附置研究設備になっています。年代測定結果は応用地学科や歴史学科の先生方もご使用になるでしょうし、共同利用施設としての要件は十分です。バックアップしますから学科代表を通じて文書を学部長宛に出しては如何ですか。ただし毎年報告書を提出していただきますが、あなたなら多分問題なく提出できるでしょう！」と言われた。この話に大変感激したことを覚えている。深見教授のお勧めにより、年代測定装置を自然科学研究所の付置施設とするまでそう長い時間はかからなかった。うれしいことに維持経費として実験補助の人件費まで付けていただいた。

その後、外部試料について必要経費をいただいて測定するため、受託研究を行おうとした。当時日本大学の本部規程には受託研究の規程はあったが、文理学部には受託研究の規程はなかった。そのため、研究所事務課長に相談したら、「事務量がふえる」という理由で取り合ってもらえなかった。その事務課長が転勤した後で、新任の事務課長の所へ出向き再び受託研究の必要性を説明したら、今度の事務課長は直ぐに主旨を理解してくださって、受託研究の規程を作成し、教授会に提出してくださった。しかし受託研究の入・出金事務を除く事務手続きのほとんどは定年退職するまで小元が行った。

上記のような過程を経て「日本大学年代測定室」は名実共に一人歩きできるようになり、Web siteを開設し、外部試料も測定できる道筋を付けた。この結果、北海道から沖縄県に至るまでの大学、研究所、教育委員会、博



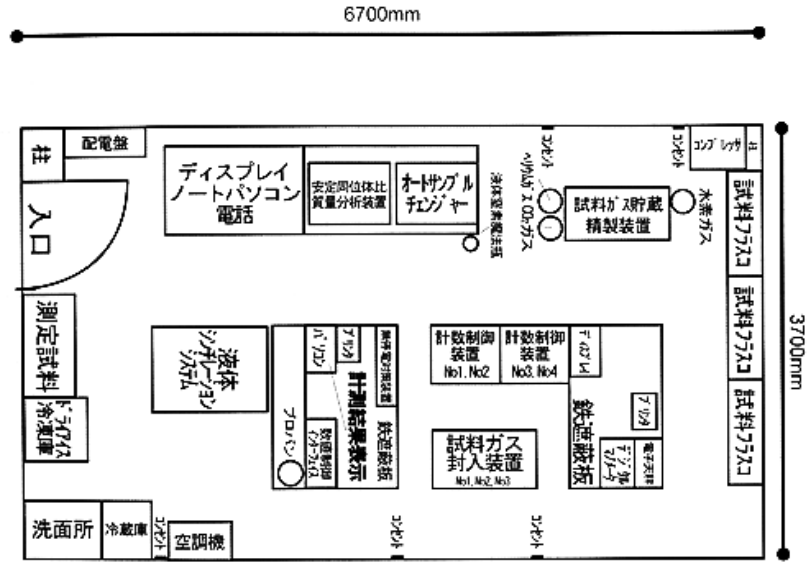
写真-1 日本大学年代測定室閉室当時の測定室内部
(第2体育館脇の旧ボイラー室)



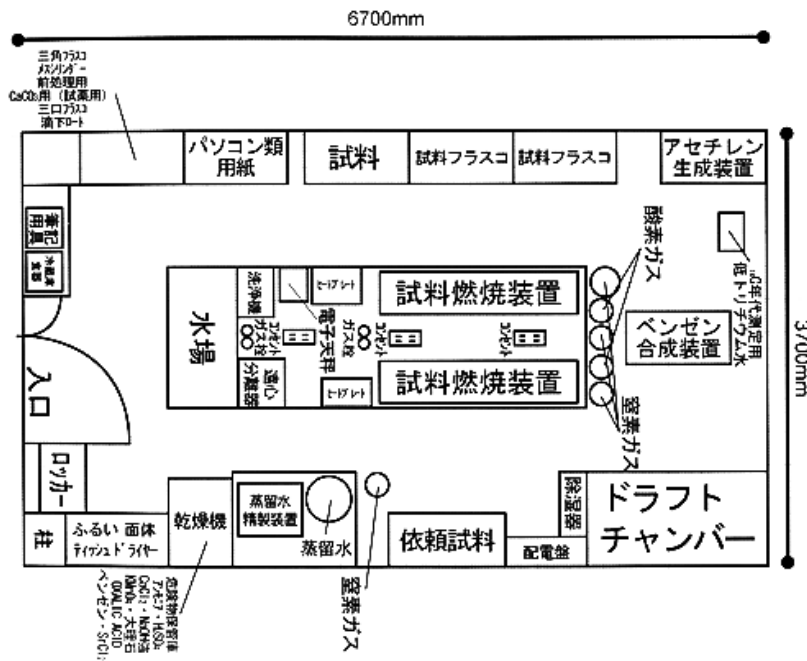
写真-2 Quantulus Model 1220 液体シンチレーション・カウンター

第1表 訪問した内外の年代測定機関

Country	Nr	Name of Institute or Laboratory
Australia	2	Australian National University, Radiocarbon Laboratory, Canberra. University of Sydney
Austria	2	VERA-Laboratorium Institut für Isotopenforschung und Kernphysik Universität Wien. Bundesministerium für Finanzen (BMF), Steuer und Zollkoordination Technische Untersuchungsanstalt
Canada	2	Geological Survey of Canada, IsoTrace Laboratory University of Toronto
England	4	British Museum, Oxford Radiocarbon Accelerator Unit, Research Laboratory for Archaeology and the History of Art, Oxford University. Cambridge Radiocarbon Dating Research Laboratory, Environmental Sciences Research Centre. Department of Statistics University Gardens, University of Glasgow.
Finland	1	Wallac Co.Ltd.(PerkinElmer LAS GmbH), Turk
France		Gif A GDR Tandetron Domaine du CNRS
Germany	5	Leibniz Labor, Christian Albrechts University(Kiel), University of Munich, Institut für Bodenkunde Universität Hamburg, Heidelberger Akademie der Wissenschaften c/o Institut für Umweltp Physik, Universität Heidelberg. Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung. Institut für British Petaluma Ltd. Bochum.
Iceland	1	Science Institute, University of Iceland.
Israel	1	Science Institute, University of Iceland.
Japan	9	学習院大学、理化学研究所、防衛大学校、東京大学、金沢大学、京都産業大学、八戸工業大学、名古屋大学、加速器質量分析研究所
Korea	2	Archaeological Studies Division, National Cultural Property Research Institute. Department of Oceanography, Pohang University
Monaco	1	International Atomic Energy Agency, Marine Environmental Laboratory
New Zealand	2	D.S.I.R., Rafter Radiocarbon Laboratory, Institute of Geological and Nuclear Sciences Ltd. Radiocarbon Dating Laboratory, University of Waikato
Norway	1	National Laboratory for ¹⁴ C Dating, Norwegian University of Science and Technology (University of Torondheim)
Sweden	1	Department of Physics and Astronomy, Uppsala University (The Ångström Laboratory University of Uppsala)
Swiss	4	Climate and Environmental Physics, Physics Institute, University of Bern. ETH/AMS Facility, Institut Teilchenphysik, Eidgenössische Technische Hochschule Hönggerberg. Radiocarbon Laboratory of University of Zurich. Oberzolldirektion Sektion Chmisch-technische Kontrolle, Bern
The Netherlands	4	Centre for Isotope Research, University of Groningen, R. J. van de Graaff Laboratorium, Universiteit Utrecht, High Voltage Co. Ltd., University of Amsterdam
U.S.A.	4	Quaternary Isotope Laboratory, University of Washington. NSF-Arizona AMS Facility, University of Arizona, Laboratory of Isotope Geochemistry, Geosciences Department, The University of Arizona. Center for Isotope Studies, University of Georgia



第1図 8号館地下地理学科「日本大学年代測定室」の物品配置図 (森田 圭原図)



第2図 8号館地下地理学科化学実験室で年代測定実験を行う時の物品配置図 (森田 圭原図)

物館、資料館、文化財関係機関、企業などから数多くの年代測定の依頼があった。受託研究により、測定装置も2台から4台まで増設することができた。また過去20余年間に、文理学部から研修や国際会議のために数多くの海外出張の機会を与えていただき、多くの年代測定機関を訪問できたことは大変有意義であった。主な訪問先を第1表に示す。特に液体シンチレーション・システムを後日購入するきっかけになったのは、着任早々旧ユーゴスラビアのドブロニク市で開催された第12回放射性炭素

年代測定国際会議に参加したことであった。その際著者が東北大学で構築した世界最古の液体シンチレーション・カウンターについてフィンランドのDr. Lauhi Kaiholaが問いかけてきた。いろいろと議論している内に、フィンランドのWallac社製の液体シンチレーション・カウンターであるQuantulus Model 1220 (写真-2)のバックグラウンドが1 c.p.m.程度と低く、しかも1千万円以下で購入できることを知った。日本大学でふたたび6万年前までの年代測定を可能にしたいと思った。この思いは私学助

成実験設備の申請によりかなえられた。

さて第2体育館脇の年代測定室と試料調整を行う化学実験室（旧7号館裏の地物実験棟2階）は約200m離れており何かと不便であった。しかし地理学科の研究室の大半が入っている7号館は耐震基準以下の建物であることが調査により明らかになり、危険なため2000年に建て替えられることになった。新築される8号館の地下は当初防水水槽と電気室になるという説明であったが、その後実験室に使用できる部屋が増設されることになった。その学科割り当てを決める8号館建設準備委員会は夏季休暇中に開催された。地理学科の代表委員である島方教授と私は、巡検等で委員会開催日に出席できなかった。地下に新たに増設される実験室は、地下でなければ出来ない実験、または地下で行うことが望ましい実験という条件があった。代理出席した佐野教授は、過去の委員会の流れを理解できないままに地下部分に地理学科として必要な実験室はないと判断された。委員会終了後に佐野教授からの報告を聞いた私は、島方教授と相談した。すなわち現在第2体育館脇で行っている年代測定室は、8号館地下に移転することが望ましいことを話し了解を得た。そして夏季休業後に開催された上記の委員会において、学科の委員が一人も出席できない事情にもかかわらず強引に委員会を開催し、地下の実験室の割り当てを決定したことに反対し、地理学科においても地下で行うことが望ましい実験があることを主張し、一室を割り当ててもらった。¹⁴C年代測定室が地上よりも地下にある方

がバックグラウンドを低減できることはいまでもない。このようにして第2体育館脇の年代測定室を8号館地下に移転することが出来た。また年代測定室と廊下を隔てた向かい側に化学処理が可能な実験室を準備してもらうことも出来た。8号館地下の年代測定室と化学実験室の平面図を第1図および第2図に示す。

III 年代測定結果とその応用

第2体育館脇でスタートした日本大学年代測定室には、当初1台の測定装置しかなかった。1988年であったと思うが、防衛大学校で年代測定装置を廃棄処分したという情報を得た。早速藁谷助手（当時）に手伝ってもらい使用できそうな物品を譲り受けた。重量物である鉄遮蔽装置も廃棄処分先から購入することが出来た。この結果2台の計測装置が完成した。手狭な年代測定室であったため、デスクトップのPC-9801をラップトップのPCに変更した。さらに1995年にWindowsが発売されることを聞き、マルチタスクが可能なことに着目し、BASICソフトをWindowsで使用できるように新たにソフトを開発した（Omoto, 1998; 小元・大木, 1999）。

2000年当時web siteに掲載した日本大学年代測定室の主要装置を写真-3、写真-4および第2表に、測定精度を第3表に示す。西暦2000年は年代測定室が第2体育館脇から8号館地下に移転した年である。しかしもう一つ記念すべき年でもあった。永年の夢であった安定同位体比を測定できる質量分析装置をハイテク・リサーチ私学



写真-3 全自動β線測定装置



写真-4 IsoPrime 安定同位体比質量分析装置

第2表 2000年頃の日本大学年代測定室の機器

Proportional Counting	数量	Liquid Scintillation Counter	数量	Isotope Analysis	数量
カウンター (1.2L)	4	Quantulus 1220 LSC	1	IsoPrime	1
同上(300mL)	1	コンピュータシステム	1	コンピュータシステム	1
鉄(鉛)遮蔽材	2	ベンゼン合成装置	1	Auto Sample Changer	1
β 線測定装置	4	アセチレンガス生成装置	1	試料調整装置	1
インターフェース	5	試料調整装置	1		
コンピュータシステム	2				
試料調整装置	1				
試料ガス貯蔵・精製装置	1				
試料ガス封入装置	1				

第3表 インターネットに掲載された測定精度

測定法	有効炭素量	計測時間	測定限界年代	精度	備考
A. 気体計数法	4g以上	1,500分	約40,000年	2%	1.2L counter
B. 同上	約1g	2,000分	約30,000年	4%	0.3L counter
C. 液体計数法	5g以上	3,000分	約63,000年	3%	teflon vial
D. 同上	3g	3,000分	約45,000年	1%	同上
E. 同上	約1g	3,000分	約36,000年	3%	同上

第4表 試料により異なる安定同位体比 (Gey and Schleicher, 1990)

Substance	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
Terrestrial organic matter (wood, charcoal, peat) from humid regions (assimilation by the C3-cycle)	-35 to -20
Salt marsh and desert plants, tropical grasses from semiarid and arid regions (assimilation by the C4-cycle)	-16 to -9
Carbonic acid in groundwater with no noticeable chemical reaction with the aquifer rocks	-20 to -10
Bone and collagen (terrestrial)	-26 to -18
NBS oxalic acid standard (by definition), NOX	old batch -19 new batch -17.8
Carbonic acid in groundwater after migration of CO ₂ from underground, dissolution of lime or salts	-10 to +2
Speleothem and travertine (precipitation of bicarbonate)	-10 to +10
Atmospheric CO ₂	-8 to -7
“Spaghetti stalactites” on concrete structures (precipitation of calcium hydroxide)	> -30
Marine carbonates and organisms	-2 to +2

助成金により購入することが出来た。当初は購入以来10年を経過したLSCを買い換えようと考えたが、LSCで測定する試料数がガス・カウンターで測定する試料数よりも少なかったため、¹⁴C年代を補正し正確な年代決定が可能となる質量分析装置を選択した。これまでわが国では質量分析装置を有する年代測定機関は学習院大学のみであり、安定同位体比を測定し、いわゆる“conventional age”を出せる年代測定機関はほかになかった。試料により安定同位体比は異なるし(第4表)、試料ごとに正確な安定同位体比を測定しない限り、¹⁴C年代を

年輪年代—いわゆる暦年代—に較正することは不可能である。安定同位体比を測定する質量分析装置をどの機種にするかについて当時、海外の計測機器の輸入代理店であった丸文(株)の担当者に相談した。ある日丸文(株)の橋本氏が私を都下のある大きな会社の研究所に連れて行ってくれた。そこで“IsoPrime”という測定装置を使用してオリンピックや国体の上位入賞者を対象として薬物使用の有無について測定している現状を見学させてくれた。¹⁴C年代測定値を補正する上で必要な精度は十分であった。このような下見の上でIsoPrime(写真-4)を

輸入することとなった。2000年12月に納入された質量分析装置は、 ^{14}C 年代測定装置とともに私の研究上必須の道具となって、数多くの新しい研究成果を次々と生み出した。また IsoPrime を使用して安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) を測定した結果にもとづく学位論文 (Maruyama, 2007) の作成にも使用された。国内外の学術誌に日本大学年代測定室の Lab. Code である “NU-” を付して掲載された論文や報告書は100件を超えた。しかし巻末の参考文献には引用文献と共に著者の業績のみを掲載した。

IV おわりに

放射性炭素年代測定法は元来地理学の範疇にはない。地理学、とりわけ自然地理学の分野では研究者が年代測定値を必要とすること自体は否定しないが、地理学者が測定者になるには訓練が必要であり、だれもが年代測定が可能になれるという保証はない。しかしながら日本大学文理学部地理学科の授業科目で「地球年代学」、「自然地理学特別講義1」あるいは「自然地理学実験1」の受講生は、放射性炭素年代測定法をマスターし、卒業研究や学位論文の作成に使用した。このことから地理学専攻生であっても、訓練次第では年代測定実験を習得することは出来そうである。しかし実験室を維持管理するためには、最新の情報収集のためにアンテナを張り巡らす必要があり、専門の地理学以外のほかの分野についても情報収集ができて最新の技術を導入できる能力を有しなければ務まらない。

著者はこれまで後継者を育成せよと言われたことがあった。しかし後継者を育成してもその者が研究室の一員となれるかどうかは別の問題であり、その可能性はきわめて低い状況にあった。これまでにわが国で放射性炭素年代測定の看板を上げてきた学習院大学、防衛大学校、理化学研究所 (日本アイソトープ協会)、金沢大学理学部、東北大学理学部、京都産業大学など、いずれの機関においても年代測定を担当された先生は一代限りで年代測定

実験室は閉鎖されている。

1990年以降、AMS (加速器質量分析装置) を使用した研究成果の発表が徐々に増加し、2009年にハワイで開催された第20回放射性炭素年代測定国際会議において、ついに AMS による測定値を使用する研究が β -counting による測定値を使用する研究より多くなった。AMS の装置自体もかつては25m プールがすっぽり入る位の広さを必要としたが、2006年にオックスフォード大学で開催された国際会議ではスイスの ETH グループが床面積で $2.5\text{m} \times 3\text{m}$ の装置を開発したことが発表された。AMS の価格もかつては5億円もしたが、最近では2億円を割ったというニュースもある。個人研究者が科学研究費により AMS を購入できる日も間近であろう。かつて学部の執行部に私学助成設備充実費による申請や、私立大学共同利用施設として AMS 装置の購入をお願いしたこともあったが、費用負担の上で実現出来なかった。Nature や Science に執筆可能なアイデアは次々に欧米の科学者によって報告されてしまい、苦渋を飲まされてきた。このたび定年という大学の定めにより日本大学年代測定室の看板を下ろさねばならないことは誠に残念至極ではある。しかし β -counting 法から AMS 法へと移行する時の流れに逆らうことはできないことも事実である。このような次第で、いさぎよく矛を収める時期と思い、20余年続いた日本大学年代測定室を閉室することとした。

謝辞

1987年以来、日本大学年代測定室の設立から今日に至るまで、日本大学文理学部の歴代の学部長、事務局長、自然科学研究所長、地理学科主任および教職員、管財課長、研究所事務課長をはじめ関係する多くの皆様方に変えてお世話になったことを記載し、心から厚く御礼を申し上げます。さらにこれまで年代測定に携わっている内外の多くの研究者の方々にご指導いただいた。懇切丁寧なご指導を受けたことに対し、御礼を申し上げます。また日本大学年代測定室でオペレーターとして実験の補助をされた多くの皆様と、実験室の維持管理でお世話いただいた関係業者の方々にも感謝の意を表します。

参考文献

引用文献

- Geyh, M.A. and Schleicher, H. 1990. *Absolute Age Determination*. Springer-Verlag. 503p.
- Maruyama, H. 2007. *The supply process of dissolved inorganic carbon into groundwater.—A case study in the Akiyoshidai Plateau—*. A Dissertation Submitted to the Graduate School of Integrated Basic Science, Nihon University, in Fulfillment of the Requirements for the Doctor of Science. 58p.

- Libby, W.F. 1955. *Radiocarbon Dating Method*. University Chicago Press. 175p.

単行本所蔵

- 小元久仁夫 1990. 地理学と地球年代学. 『地理学と社会』澤田清 編. 東京書籍. 東京. 347-350.
- 小元久仁夫 1998. 放射性炭素年代測定法と、その自然地理学への応用. 『地理学の見方考え方』. 古今書院. 東京: 63-85.

小元久仁夫 2008. I 変動する海面. 『仕事が見える地理学』. 日本大学地理学教室80周年記念会編. 古今書院. 1-13.

研究論文

- Omoto, K. 1982. Development of BASIC Program for Radiocarbon Dating. *Science Reports of the Tohoku University, 7th Series (Geography)*. 32(1), 14-45.
- Omoto, K. 1983. Radiocarbon Dating Using a Low-background Liquid Scintillation Counting System. *Science Reports of the Tohoku University, 7th Series (Geography)*. 33(1), 23-43.
- Omoto, K. 1985. Recent Progress in Radiocarbon Dating Techniques of Tohoku University. *Science Reports of the Tohoku University, 7th Series (Geography)*. 35(2), 95-105.
- 小元久仁夫 1988. 最終氷期以降の猪苗代湖の水位変化. 地学雑誌. 97(4), 891, 346-354.
- Omoto, K. 1989. A Development of Radiocarbon Data Base System for Nihon University. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」. 24, 35-40.
- 小元久仁夫 1989. 樽前テフラとその埋没腐植土層の¹⁴C年代. 地理誌叢. 30(2), 9-18.
- Omoto, K. 1989. *The radiocarbon data base of Japan. In Proceedings of the 13th International Radiocarbon Conference in Dubrovnik, Yugoslavia*, Eds. Long, A., Kra, R. and Srdoc, D. *Radiocarbon*. 31(3), 1,063-1,066.
- 小元久仁夫 1991. 放射性炭素年代測定範囲の拡大. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」. 26, 1-13.
- 小元久仁夫 1991. 放射性炭素年代測定の現状と展望. 地理誌叢. 33(1), 1-21.
- 小元久仁夫 1992. 宮城県鬼首盆地の地形と堆積物の¹⁴C年代. 季刊地理学. 44(2), 93-100.
- 小元久仁夫 1993. 宮城県鳴子盆地の¹⁴C年代資料. 第四紀研究. 32(4), 227-229.
- 小元久仁夫 1993. 山形県最上町塚田で発見された始良Tn火山灰(AT)の降下年代. 地理誌叢. 35(1), 1-8.
- 小元久仁夫 1994. 南西諸島波照間島から採取したビーチロックの¹⁴C年代. 地理誌叢. 35(2), 68-71.
- Omoto, K. 1995. Coastal Landform and Radiocarbon Age of Cryogenic Mounds Observed at Larsen Cove, Seymour Island, East of Antarctic Peninsula. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」. 30, 11-22.
- 小元久仁夫 1995. 宮古島から採取したビーチロックの¹⁴C年代. 地理誌叢. 36(2), 18-21.
- Omoto, K. 1995. A Beta-counting system linked to a personal computer. In *Proceedings of the 15th International Radiocarbon Conference in Glasgow, Scotland*. Eds. Long, A. et al. *Radiocarbon*. 37(2), 767-772.
- 小元久仁夫 1997. 八重山列島黒島から採取したビーチロックおよび化石サンゴの¹⁴C年代. 地理誌叢. 39(1), 24-31.
- Omoto, K. 1998. *Development of New Beta-counting Programs Operate under a Windows NT Workstation. In Proceedings of the 16th International Radiocarbon Conference in Groningen, The Netherlands*. Eds. Mook, W.G. and J van der Plicht. *Radiocarbon*. 40(1), 151-155.
- 小元久仁夫・大木真之 1999. Windows NT Workstation 4.0用全自動¹⁴C年代測定プログラムの開発一. 日本大学放射性炭素年代測定報告6. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」. 34, 73-99.
- 小元久仁夫 1999. 沖縄県粟国島から採取したビーチロックと化石サンゴの¹⁴C年代—粟国島における後期完新世の海水準変動—. 地理誌叢. 40(2), 15-28, 1999年.
- 網干善教・木庭元晴・小元久仁夫・米田文孝・佐々木修一・貝柄 徹・岩田央之・辻康男 199. 関西大学のベンゼン—液体シンチレーション法による放射性炭素年代測定法 I : ベンゼン合成. 関西大学博物館紀要. 5, 1-30.
- 小元久仁夫 2000. 徳之島から採取したビーチロックの¹⁴C年代資料. 地理誌叢. 41(1・2), 15-30.
- Jones, A.P. and Omoto, K. 2000. Towards establishing criteria for identifying trigger mechanisms for soft-sediment deformation: a case study of Late Pleistocene lacustrine sands and clays, Onikobe and Nakayamadaira Basins, northeastern Japan. *Sedimentology*, 47(6), 1, 211-1, 226.
- 小元久仁夫 2000. 西表島から採取したビーチロックの¹⁴C年代資料(予報). 地理誌叢. 42(1), 17-30.
- Omoto, K. 2001. Radiocarbon ages of beachrocks and late Holocene sea-level changes in the southern part of the Nansei Islands, southwest of Japan. *Radiocarbon*, 43(2B), 887-898.
- 小元久仁夫 2002. 高精度AMS年代測定と, その応用. 地理誌叢. 43(1・2), 22-41.
- 小元久仁夫 2003. 与那国島および波照間島から採取したビーチロックの¹⁴C年代と安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$). 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」. 38, 1-17.
- 小元久仁夫 2004. 久米島, 奥武島およびハテノ浜から採取したビーチロックの¹⁴C年代と安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$). 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」. 39, 15-31.
- Omoto, K. 2004. Radiocarbon ages and isotope fractionations of beachrock samples collected from the Nansei Islands, southwestern part of Japan. *Radiocarbon*, 46, 539-550.
- 小元久仁夫 2005. 南西諸島から採取したビーチロックの¹⁴C年代と安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$)—測定資料とその分析—. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」. 40, 1-27.
- 小元久仁夫 2006. 宮城県中山平盆地の地形発達に関する編年資料と, その解釈. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」. 41, 1-16.
- Omoto, K. 2006. Radiocarbon ages and $\delta^{13}\text{C}$ isotopes of beach rocks from the Okinawa Islands, southwest Japan. In *Proceedings of 10th International Coral Reef Symposium, Okinawa*, 511-518.
- Omoto, K. 2006. ¹³C corrections based on isotope fractionations for beachrock samples SW Japan. In *LSC 2005 Advance in Liquid Scintillation Spectrometry. Radiocarbon*, Tucson, 429-434.
- 小元久仁夫 2007. 南西諸島で最古のビーチロックとその意義. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」. 42, 1-14.
- 小元久仁夫 2008. ¹⁴C年代測定における誤差の起源とその補正. 地理誌叢. 49(1), 44-57.
- 小元久仁夫 2008. 南太平洋ソシエテ諸島ボラボラ島から採取したビーチロック試料の¹⁴C年代. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」. 43, 77-86.
- 小元久仁夫 2008. 地形学研究に関する過去21年間の文献分析. 地理誌叢. 50(1), 12-19.
- 小元久仁夫 2009a. 沖縄島, 古宇利島, 屋我地島および浜比嘉島から採取したビーチロック試料の校正年代と安定同位体比. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」. 44, 1-17.
- Omoto, K. 2009. Calibrated radiocarbon ages of beach rock samples and late Holocene sea-level change of Amami Islands, southwest Japan. *Galaxea*, 11(2), 177-185.
- 小元久仁夫 2009b. β 線法による炭素年代測定法. デジタルブック最新第四紀学. 日本第四紀学会.
- 小元久仁夫 2010. 宮古島で観察された石灰華段, 津波石および膠結海浜砂層の特徴. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」. 45, 83-94.
- Omoto, K., Takeishi, K., Nishida, S. and Fukui, J. 2010.

Calibrated radiocarbon ages of Jomon sites, NE Japan and their significance. *Radiocarbon*, **52**(2), 534-548.

小元久仁夫 2010. 『南極から美ら海まで—¹⁴C年代測定45年間の成果—』. 第5回年代測定と日本文化けんきゅう シンポジウム予稿集. シンポジウム事務局(株) 加速器分析研究所. 1-18.

報告書

小元久仁夫 1982a. ¹⁴C年代測定範囲の拡大に関する研究. 昭和56年度文部省科学研究費補助金. 一般研究(A) 研究成果報告書. 笹気出版印刷. 仙台市. 1-20.

小元久仁夫 1982b. ¹⁴C年代測定の自動化に関する研究. 昭和56年度文部省科学研究費補助金. 試験研究(2) 研究成果報告書. 笹気出版印刷. 仙台市. 1-24.

小元久仁夫 1987. 完新世における気候変動解明の一手法の確立—¹⁴C年代測定精度の向上を目指して—. 東北大学特定研究「東北地方の凶冷地域に関する研究」研究報告書. 71-72.

小元久仁夫 1988. 日本大学放射性炭素年代測定報告—1. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」, **23**, 9-22.

小元久仁夫 1990. 日本大学放射性炭素年代測定報告—2. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」, **25**, 9-22.

小元久仁夫 1993. 最終氷期の地球像とその編年. 海外出張報告書. 日本大学広報部広報課. **50**, 133-138.

小元久仁夫 1995. 加速器質量分析装置による最終氷期の編年. 海外出張報告書. 日本大学広報部広報課. **54**, 227-233.

小元久仁夫 1996. 日本大学放射性炭素年代測定報告—3. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」, **31**, 13-37.

小元久仁夫 1997. 日本大学放射性炭素年代測定報告—4. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」, **32**, 1-14.

小元久仁夫 1998. 日本大学放射性炭素年代測定報告—5. 日本

大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」, **33**, 1-41.

小元久仁夫 2000. 日本大学放射性炭素年代測定報告7. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」, **35**, 35-81.

小元久仁夫 2001. 日本大学放射性炭素年代測定報告—8. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」**36**: 25-45.

小元久仁夫 2001. ビーチロックの¹⁴C年代と安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$)—西表島から採取したビーチロック試料を例として—. 日本大学文理学部ハイテク・リサーチ・センター2000年度研究成果報告書. 56-58.

小元久仁夫 2002. 高精度AMS年代測定法と、その応用に関する研究. 日本大学広報部広報課, **68**. 171-175.

小元久仁夫 2002. ビーチロックの形成年代と安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$)—与論島・沖永良部島・徳之島・奄美大島を例として—. 日本大学文理学部ハイテク・リサーチ・センター2001年度研究成果報告書. 58-59.

小元久仁夫 2003. 与那国島および波照間島から採取したビーチロックの¹⁴C年代と安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$). 日本大学文理学部ハイテク・リサーチ・センター2002年度研究成果報告書. 65-66.

小元久仁夫 2004. 沖縄島西岸から採取したビーチロックの¹⁴C年代と安定同位体比. 日本大学文理学部ハイテク・リサーチ・センター2003年度研究成果報告書. 76-77.

小元久仁夫 2006. 柏崎1号窯出土炭化木試料の放射性炭素年代測定. 筑波大学 先史学・考古学研究, **17**, 70-75.

小元久仁夫 2010. 第35章—自然科学分析—第1節 沼向遺跡平成13年度放射性炭素年代測定. 沼向遺跡第4~34次調査—宮城県仙台港背後地土地利用⑨各事業関係遺跡発掘調査報告書Ⅲ—第9分冊 沼向遺跡環境復元検討会自然化学分析総括. 仙台市文化財調査報告書臺360集. 仙台市教育委員会. 65.