

大都市の港湾と廃棄物の埋立処分

小林 良久
(東京都港湾局)

目 次

- まえがき
- 大都市の港湾区域内における廃棄物埋立処分の現状
- アメリカの廃棄物対策と終末処分の概要
- 廃棄物埋立処分の課題に関する二・三の考察
- むすび

1. まえがき

大都市の港湾では昭和30年代の半から港湾施設を含む多目的な埋立地の造成がおこなわれているが、最近はそれに加えて大規模な廃棄物の埋立処分がおこなわれるようになった。従来、港湾区域内で発生する固形廃棄物（浚渫土砂・小量の産業廃棄物）は有効に埋立材料として利用するか或は既存の処理システムにのせてきたのであるが、経済成長に伴った生活系廃棄物の大量排出、水域環境の維持回復対策にもとづく浚渫汚泥（ヘドロ）や都市施設から発生するスラジ等々の大量に上る発生で古来のような Temporizing policy ではその終末処分に大きな支障を来すようになったことがその原因である。しかし、にわかに脚光を浴びた施策であるため、埋立処分場に関する根本的に法制・行政・経済・技術等の諸点について解明を必要とする課題が小くない。この小論は港湾区域内に設けられる埋立処分場について現状の概要を紹介し、主として経済的な視点に立って、問題点とその解明の方向を提起するものである。

2. 大都市の港湾区域内における廃棄物埋立処分の現状

(1) 従来の事例

後に述べるとおり、廃棄物を最終的に埋立処分するための施設の建設と管理

が港湾管理者の業務となつたのは港湾法が改正された昭和48年である。それ以前は東京港等一部の港湾で埋立事業の範囲内で埋立処分をおこなつて來た以外はとり立てる程の事例はなかつた。排出量が少なかつたこと、土砂の類は有効利用の形がとれたこと、一般の都市では終末処分地を内陸部に求めたこと等がその理由と言える。

(2) 最近の動き

港湾法が改正されて以降、廃棄物埋立処分場護岸の建設には国の補助金(2.5/10)が港湾管理者に交付されることとなつたが、全国的にみると補助対象工事費の推移は(表1)のように非常な伸びを示している。

表 1

昭 48	昭 49	昭 50	昭 51	昭 52
約 100億円	約 100億円	約 145億円	約 230億円	約 300億円

(注) (表2) 同 p.21

この他に当該地方公共団体の単独費が注ぎ込まれていることを思えばその金額は膨大なものであることに気づく。現在対象となつてゐる港湾は東京・川崎・横浜・清水・大阪・北九州・尼崎・西宮・芦屋の各港でその概要は表2のとおりである。

表 2

港 名	容 量	面 積	外周護岸 延長	水 深	護 岸 構 造 型 式
東 京	4,745	199	5,672	— 8	二重連続鋼管矢板式
川 崎	1,508	93	2,878	—12	自立鋼管矢板式 セル式
横 浜	1,252	63	1,989	—25	鋼管セル式 ケーソン式
清 水	260	26	1,449	—13.5	ケーソン式
大 阪	7,900	580	13,782	—8~9	セルラー式 連続鋼管矢板式
北 九 州	2,611	260	5,202	— 9	ケーソン式
尼 崎・西 宮 芦 屋	508	36	1,910	—10	ケーソン式 ブロック捨石式

(注) 須田燕稿「港湾における廃棄物行政について」日本港湾協会「港湾」1977.
Vol. 54 p. 22

大阪はすでに一部に廃棄物の投棄が始まっているが、東京等はこれから使用される。これら処分場は都市によって対象とする廃棄物が幾分異なるが、大体多目的に活用される。またここに掲げたものは補助対象として建設事業化されているもののみであるが、次に述べるとおり東京ではこれよりも遙かに大きい処分場が計画され、一部は以前より使用に入っている。

(3) 法的根拠の概要

公有水面埋立法による埋立免許権を取得することから埋立処分地造成が始まるが、港湾利用にそこを来さないため等の理由から港湾法にもとづく全体の計画との調整が計られることは言うまでもない。護岸の建設は港湾法によって主要部分が国庫補助の対象とされる。そして廃棄物処分は廃棄物の処理および清掃に関する法律、および海洋汚染防止法と関係政令等を適用して実施される。

この現行法体系では排出された廃棄物が法にしたがって適切に処理処分されなければならないことと、その責任の所在が主としてうたわれているけれども、別項のアメリカの国内法にみられるような、資源回収、減量、費用節減等の取扱い方にはふれられていない。

(4) 東京港内廃棄物埋立処分の変遷

法改正後、東京港で昭和60年までの埋立処分に対応する計画でとり上げた処分場の面積は約800haでありこれは他港に比してかなり大きい面積である。ここで少し詳しく東京港の実情にふれてみたい。東京では江戸時代からゴミを海面に埋立処分する方法がとられて来た史実がある。幕府公認の永代浦がその嚆矢とされているがその後砂町の方面、越中島地区等輩の生えた湿地が次々に利用されたらしい。明治から大正期は計画された埋立地の一部にゴミ投棄がおこなわれたが、ゴミによる埋立地として計画されたのは現在の潮見町（8号地）が最初である。昭和2年から約35年間にわたり36haが埋立てられている。その後夢ノ島（14号地）46ha、15号地71haに続いて昭和48年末から現在まで、港の中央にある防波堤の内側106haが利用されていて、合計4,200万t余のゴミが処分された。この量は大部分が一般廃棄物で、しかも殆んどが焼却等の処理がなされていない、いわゆる生ゴミである。

しかも、かつては現在の環境基準の考え方からみると、遙かに雑な処分をした。害虫の発生、汚水の侵出、ガスの問題等きわめて悪名高い時代が続いたのである。その次に中央の防波堤外側と羽田空港沖の約 800ha の処分地設定となるが、ここではかつてのようなルーズな埋立処分は許されないため、いろいろな工夫をこらした施設の建設がおこなわれている。例えば中央防波堤外側では、安全および環境保全を考慮した結果、水深大・軟弱地盤の悪条件も重なって護岸の建設費は 1,000 万円/m に達している。現在工事にかかっている 314ha についての全工事費は、

外周護岸 10,121m, 中仕切 7,800m, 橋梁 3, 連絡沈埋トンネル

1,770m, その他公害防除施設

で約 2,600 億、即ち約 9 万円/m² 弱であり、直接処分場のみでも 5 万円/m² 余に達する。

全般に大都市では共通のことであるが、東京を例にとるならば、このような莫大な建設費をかけてもそこに処分地を求めざるをえない実情からこのような姿がとられていると言える。遠隔の他の公共団体の行政区域の内陸部に処分地を求めるることはできないからである。この負担が後に述べるような効率・公正の立場に合致しているかどうかは全システムの問題として研究する必要があるが、現実はそのような意味の内部的整合は計られるに至っていないのが実情であると言えよう。

3. アメリカの廃棄物対策と終末処分の概要

(1) 対策の方針

国内事情については主として多目的に使用される埋立処分地の現状を簡単に紹介したが、法制の概要で述べたとおり、日本では廃棄物を処理する方法責務の規定はあるけれども資源としてとらえる見方はこの中にはない。アメリカでは固形廃棄物は Residential・Commercial・Industrial の 3 種に分類されて取扱われることとなっている。このうち家庭系と商業系については州政府・市町村がその処理システムのあり方について活潑な調査研究をおこなって廃棄物の

資源化に努力しており、日本とは対称的である。これは最終処分地の払底・最終処分費とエネルギー資源の価格の高騰がその背景であって、廃棄物からの貴重資源・エネルギーの回収技術の開発がつよく奨励されている。

法律上も1965年の根拠法は The Solid Waste Disposal Act であったが1970年には The Resource Recovery Act に改められていることをみてもこのことが分る。

このような動きをうけて1973年に EPA (Environmental Protect Agency) では物資別家庭系商業系・廃棄物の発生と資源回収量を次のように発表している⁽¹⁾。

$$\text{全発生量} - \text{回収量} = \text{処分量}$$

$$1\text{億}4,400\text{万t} - 940\text{万t}(6.5\%) = 1\text{億}3,480\text{万t}$$

処分量の主要内訳 紙33% ガラス10% 食品17% 金属9%他

(2) 資源回収システムの実例

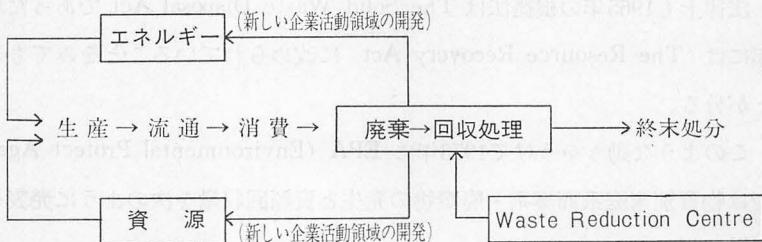
EPAの報告⁽²⁾によれば国内50市町村を調査した結果では25施設が稼働ないし工事中であり、25施設が計画或は設計中であるとされている程、この問題に関する熱意は非常に高い。一方EPAでは Demonstration Project で San Diego・Delaware・Baltimore・St-Louis・Franklin 等の都市にプラントを設けいろいろな問題点を指摘し研究中であり⁽³⁾、それぞれ維持経費が高いとか灰が多すぎる等を指摘している。

これら諸都市の中で基本的な考え方・具体的な方法について特に興味をひくのは New Orleans α 例⁽⁴⁾である。

ここでは1970年に 650t/日の資源回収設備をつくった。この量は市収集量の1%に当る。当市の老朽焼却炉は14ドル/tの経費を要するのに対してこの新しい施設は10.95ドル/tで運営され破碎選別をおこない、その能力は鉄1,200t/月・ガラス1,200t/月・アルミニウム94t/月といわれている。

特色があるのはこの市事業に対して私企業が協力していることで、軽金属・金属・アルミニウム・ガラスはそれぞれ地元の金属会社・ガラス会社に送られて再生利用されるシステムとなっている。また基本的な事柄については NCRR

(National Centre of Resource Recovery) が参画するので 3 者協力の体制である。このようなやり方について New Orleans 商工会議所は次のチャートに示される見解をとっている。



つまり回収処理を通じて廃棄物のエネルギー や資源をとり出して又再生産にまわすことで企業としては新たな仕事が開発されることになり且最終的な処分量を減じて費用節減ができるので、市傘下の企業は大いにこの事業の開発に参加すべきであるというのである。このように廃棄物を Secondary Materials とみる考え方、市行政が民間企業と相互関係にあることを誇る国民性に教えられるところが多い。

(3) 埋立処分技術

このようにみると、日本でも当然廃棄物処理の今後の方向は資源化にあると言えるが当分は焼却・埋立処分が続くであろう。埋立処分については作業中周囲へ悪影響を与えないことや処分後の土地の質をよくすることのために技術手段を開発する必要があるが、このためにアメリカ・イギリス・スウェーデン・西独等では破碎埋立がおこなわれている⁽⁵⁾。固体廃棄物のうち特に可燃物は微小片に破碎されることによって主として腐敗分解が好気的に促進される他、いくつかの好ましい効果があるので普及される方向にあると考えられる。この手段は周囲に環境上の悪影響を余り与えない点で処分地の確保の道を開く一つの有力な手綱りであると言えるが、海外の埋立処分地は日本のように海域（水域）ではなくて殆んど低湿地を選んでいる実情から考えると、採否についてはなお研究の必要があろう。

注 (1) U.S. E.P.A., Third Report Resource Recovery and Waste Reduction
(Washington D.C.; Government printing office 1975)

(2) 同 7th Report 1976 p.58~61

(3) 同 7th Report 1976 p.10

(4) Recovery I; A Progress Report (Waste Age, may 1977)

(5) 大島文彦稿「生活系廃棄物の処理」土木学会誌 1947 Vol. 59 p. 17

4. 廃棄物埋立処分の課題に関する二・三の考察

(1) 課題の提起

港湾は背後の都市とその周辺に対して消費的な物資・エネルギー材料・工業原材料・建設資材その他地域の活動に必要な諸物資を海上運送を通じて受入れると同時に生産される製品を出貨する機能をもつことは言うまでもない。勿論港湾（海運）以外の手段即ち鉄道・自動車・航空機による入出貨もあるが、これらの輸送手段によって入出する貨物が地域（都市）活動の源泉となるわけであるから、その活動の結果として排出される固形廃棄物は港湾と無関係なものではない。簡単に分類すると

住民生活→一般廃棄物・都市施設廃棄物・河川運河浚渫土砂等

産業活動→産業廃棄物・以下同

施設の建設→瓦礫コンクリート塊・建設残土・浚渫土砂等

のようになる。これが港湾貨物とどのような相関々係にあるのかの数値はなかなか読み難いけれども、港湾の発展と廃棄物の発生は明らかに相関する。例えばエネルギー源としての石油類の輸移入増によって都市内の固形燃料の使用が極度に減少する結果、一般廃棄物・建築廃材等の自己処理、地域内処理（焼却・燃料）を不可能にして廃棄物の激増をもたらす結果につながる等である。したがって港湾区域の一部がこれらのための最終処分地として利用されるのは一種のサイクル過程の一環として位置づけることもできる。ここに港湾経済論の一部として埋立処分問題をとり上げる有意性を認めるものであるが、経済理論的な視点にたった場合にどのような課題に整理することができるかについて二・三の考察を試みたい。

(2) 経済的効率と負担の公正について（埋立処分の内部問題）

① 埋立処分の対象は多岐にわたる。つまり住民の生活に直接関するもの・産業活動から排出されるものおよび都市の必要施設を建設するために生ずるもののがこれである。これら廃棄物の処理処分はそれぞれ法的に決められる方法に従って取扱われるが、その終末処分方法として海域の埋立を採用する場合は、廃棄物個々に対応する処分場を設けることができるときは各系列の中の一環としてとらえればよいが、多くは一つの包括事業の形となる。

② このように多くの内容を含む包括的な埋立処分地が計画されることによってえられる総合的な便益を測定することはむづかしいし費用便益比率も求め難い。一般に便益は代替案との比較で測定されるが、必要な廃棄物終末処分地を代替的に仮定して比較しても意味がないしました、埋立処分をおこなわない仮定をたてて比較することも同様である。そこで、各廃棄物の処理システムに計上されるコストを最小にすることを目的関数と考える場合は、過程で生ずる副次的効用をできるだけ大きくして全システムに必要な内部コスト（直接経費）と外部コスト（外部に与える負要因の排除費用）の合計から差引いて、残りを最小とするように考えればよい。

つまり $C'_{\min} = C_{\min} - B_{\max}$ で表わされ各内容は

C' : 処理コスト

C : 建設コスト、処分コスト、環境対策コスト

B : あと地の利用価値（副次的効用）

を意味することとなるが、 C_{\min} を実現すると共に B_{\max} のために埋立処分に際しては廃棄物に対して前処理を施して減量・無害化・埋立材料化する努力が必要となる。アメリカの資源・エネルギー回収方針はまさにこの副次的効用を大きくとり上げた考え方と言える。また、埋立処分に当っては対象物の組合せをよく配慮することによって B_{\max} の実現を計ることができる。

④ 負担の公正は PPP (Polluter Pays Principle) の原則が適用される。処分費は各廃棄物処理の事業に計上されるので、環境対策費を含む建設費の負担をどうアロケートするかの議論になるが、その場合 $C' = C - B$ の C' がアロ

ケートの対象である。 B_{max} が好ましいことは言うまでもないので、あと地の利用価値をできるだけ高めるような対象物はその負担を小さくしてよいこととなる。

つまり多くの対象物を考える埋立処分地の場合、 B_{max} への寄与率を $i_1, i_2 \dots i_n$ とすれば第 n 種の費用負担は次のように示される。

$$\frac{C' \sum_{n=1}^n I_n \cdot i_n}{B \cdot I_n \cdot i_n}$$

ここに I_n は当該対象物の総量である。このように考えると建設残土のように寄与率が大きいものは処分場資本費に対する単位当たり負担額は小さくてよく、或は未処理の一般廃棄物（生ゴミ）とか下水スラジはその負担が大きくなればならない。寄与率については技術的な要素として力学的性質・土壌化の年数・環境対策への影響性等を基準に勘案して概数を整数値で評価することができると思う。因みに埋立造成について、ニーズ→計画→造成→開発利用の目的設定がはっきりしたものは、埋立材料は良質のもののみを使用することとなるので $B \geq C$ の関係から例えば建設残土の持込みに対してむしろ事業者側が対価を支払うこととなるわけである。

(3) 埋立処分地計画についての Trade off 関係（埋立処分地確保の外部問題）

① 大都市地先の港湾区域に埋立処分地を求める場合は一般に土地利用目的をもつ埋立地の造成計画と組合せて地点・面積等をきめることとなる。したがって埋立地造成に包括された Trade off 関係を整理した上で、どの程度の範囲が処分地として考えられるかのいわゆる Feasibility Study が必要である。埋立地の造成は環境問題等への影響が大きいとされてから特に内湾では限度説が言われるようになったのであるが、実際にはなかなか定量（限界）の線引きの方法がない。現在とられているのは、必要に応じた計画に対して環境その他のからの有意な悪影響の有無をチェックすることでその妥当性を検算しているにすぎない。もしその手法として Trade off 関係が同一単位で評価できるならば限界便益曲線と限界費用曲線の交点以内に埋立の計画量の領域をおいて、限度的

には交点までの範囲の計画をとることによって、トータルとしての便益極大を求める事もできる筈である。但、このことは実際には限界曲線によるよりも埋立地の需要曲線（便益度曲線）と平均生産費曲線（費用度曲線）によって算出する方が理解し易い。

② Trade off 関係モデルの理論は経済的評価方法をどうするか（経済的評価原理の検討）

評価対象を何にするか（評価指標体系の検討）

関数を作成するために基礎モデルとして何を利用するか（モデルの操作性の検討）

によって構成される⁽¹⁾。この他に関数として表示できないものをどう扱うかの問題がある。これらについて以下概説を試みる。

多目的な埋立地を住民・企業・行政等のニーズによって決められる公共財としてとらえると、その利用上の組合せは次のようなになる。

- A 港湾施設用地：コンテナー、フェリー、雑貨、鉄鋼、セメント、砂利
砂、木材等
- B 企業施設用地：流通業、工場、倉庫等
- C 市民施設用地：公共施設、公園、住宅、清掃工場、下水処理工場等
- D 都市構造施設用地：大規模道路、鉄道等
- E 廃棄物処理場：埋立処分地

このうちA, B, Cは財つまり埋立地の供給量の増加にしたがって明らかに限界便益曲線は下向する性質を有し、したがって関数は

$$y = x = \alpha x^{-\beta} \quad \text{ただし} \quad y: \text{便益度} \quad x: \text{供給量} \quad \alpha, \beta: \text{常数}$$

の形を示すが、D, Eは必ずしも限界便益をとらええない。特に廃棄物埋立処分場は個々の処理事業が内部的に最も経済的な方式を設定して実施するとしても、処分必要量に応じうる容量をもたなければならぬので、処分場供給量を変化させても限界便益が下向するものではない。したがって一般的には必要な容量を確保するというとらえ方をすると関数の形で示すことはできない。

このことから Trade off 関係の便益度はD, Eを常数として扱い additive な

関数と D, E を加算して

$$G_o(x) = \alpha x^{-\beta}$$

の形にまとめることができる。因みに各関数は埋立開発実績を基準モデルとして利用し作成することができるものと考えているが、本論では目的から離れるので詳細の論述を省略⁽²⁾し、末尾に理論の構成表のみを附すこととする。

③ その中に組み入れられる埋立処分場の評価（便益度の測定）はどうするか。

一般に供給される公共財の便益は Willingness to pay（自発的支払い）によって評価されると言われている。これはもし市場で販売されたときに消費者が支払うであろう対価である⁽²⁾。一般的な埋立地はこの原則を用いて評価する。一方処分場は内部経済的にできるだけ質のよい土地にすることは、埋立対象材の質と作業内容（filling, 覆土, 汚水処理, ガス処理等）に属することで始めから決められないものであり、且処分完了後の土地は特殊な需要（例えば公園, 緑地, 他の公共用地）に応ずることとなる。したがって一般的な埋立地とは異り、路線価方式による評価は低く、他の土地との比較では異質の存在になると思われる所以、最終的な埋立地の姿（状態）に対して他の多目的埋立地と同様の評価を与えることは適当ではない。そこで Willingness to pay 評価は廃棄物処理に着目して、海域に前に記したような強固な護岸や申仕切、附帯道路、橋梁等が建設されたものを買取る費用つまり建設費をもって便益評価額とすることが妥当であると考える。

このようにして総便益度 $G_o(x) = x\alpha^{-\beta}$ の中にくみ入れられて、処分地が確保されていくということが、当該港湾の中の埋立処分地の位置づけである。

④ 次は総費用の算出についてである。このような Trade off 関係では総費用は埋立規模の変化に応じて概ね次の事項を積算することによって求められる⁽²⁾。

a 埋立地の造成費用：この中には埋立処分地の建設費が含まれる。

公共施設建設費用：防波堤、けい船岸、都市構造施設の一部等

権利補償：漁業権等

自然（生態）対策費用：人工なぎさ建設費等

b 水域水質対策費用：下水道整備費の一部等

c 災害対策費用：地震、地盤沈下等に対応する将来の施設費等

総費用の変化は $G(x) = mx^n$ の形となる。埋立処分地についての直接 Trade off 関係は評価つまり便益と費用が同一であるので、相殺の形となるけれども、その他の公共施設建設費用・権利補償・生態対策・水域水質対策等は埋立処分地の設定によって非常に増嵩されるものであり、このことが全埋立計画の中に占める大きい問題点且留意点である。

以上を総括して理論の構成を表示すると次のようになる。

土地利用	代替案 関数	第1案			第2案			第3案		
港湾施設	$y_1 = \alpha_1 x_1^{-\beta_1}$									
企業施設	$y_3 = \alpha_3 x_3^{-\beta_2}$									
市民施設	$y_3 = \alpha_3 x_3^{-\beta_3}$									
都市構造施設										
廃棄物処理場										
計	$G_o(x) = \alpha x^{-\beta}$									
費用	$G(x) = mx^n$									

(4) 住民福祉のための問題

このことは元来さきの Trade off 論に含めて議論されるべき事項と思うが、技術的な便益・費用の評価にじみ難いものであるため、ここに別項を設けた。廃棄物処理については経済的効率と負担の公正だけでは解けない課題がこの住民福祉で、抽象的には Safety と Amenity に代表される⁽⁴⁾。具体的にその一部を拾うと処分地が設けられれば隣接する市街地住民（東京では特別区のオーダーで考えられる地域）は

街のイメージダウン：地価の低下，地位の低下

交通混雑：事故

環境の悪化：悪臭，害虫の発生

景観の害

これらに対応する自己負担の増加

等を大問題として取上げるであろう。これを全部解くことができるか。この他に港湾は関連産業の活動の場であることは言うまでもないのであって関係する多数の法人個人がいる。これらを包括して住民とみなければならないが更に最近の動きのように港湾を地域住民に直結させる、企業が占有する場でなくするような考え方方に立つと見る目は益々多くなってくる。こうなると、隣接市街地の住民および港湾の直接住民と埋立処分場事業者（港湾管理者）との間の問題ではなくて地方公共団体としての対応が必要であり政治の範囲に属することも多く介在する。結局は充分な協議による妥協点の見出しによる解決に頼ることとなるがその結果を想定して負評価ができるものは、さきに述べた総費用に組入れて全体の港湾計画の中における埋立処分場の位置づけを明確にして許容される容量を理論的に求める努力が必要である。その結果、より合理的な処分場の設置ができるものと思う。

注 (1) 宮嶋勝稿「トレードオフモデルの構築に関する基礎的研究」（未定稿）
(2) 小林良久「大都市地先海域の埋立計画手法に関する一考察」昭和52年度土木学会講演会講演集（52.7.現在未刊）
(3) 岡野行秀著公共経済学（有斐閣）p.84
(4) 五井一雄他著福祉環境の経済学（千曲秀出版社1977）p.238

4. むすび

以上国内および海外の廃棄物終末処分を中心とした事例を紹介し且国内事例に関する埋立処分地のあり方について経済論的なアプローチを試みた。数値的な取扱いにはなお今後の研究にまつところが多いが、効率公正と現地の Trade off 関係については略その緒の論点が整理できたと思う。筆者が直接関係する

東京港では日々広大な面積について年間数100億円にも及ぶ費用が投じられて埋立処分場の建設がおこなわれている。かつて経済成長はなやかな頃の港湾施設建設に全くとて代って巨大な鉄とコンクリートと石材の塊のような施設の建設が進められているのである。最近はこれに加えて運輸省当局から東京・大阪港岸諸都市が共同使用できる埋立処分場を建設する旨の計画が出されている。次々にこの問題に関する研究課題はつきないようである。

本論のうちアメリカ事情は東京都港湾局の友人、大島文彦氏の勞によってまとめられたものである記して感謝の意を表したい。