

リスク概念を導入した河川事業の評価と合意形成 に関する一考察

A RISK ANALYSIS OF THE FLOOD CONTROL PLANNING AND THE APPROACH TO THE CONSENSUS BUILDING IN RIVER WORKS

長南政宏¹, 小林華奈¹・松崎浩憲²・白川直樹³
Masahiro TYOUNAN, Kana KOBAYASHI, Hironori MATSUZAKI
and Naoki SHIRAKAWA

¹正会員 (株)建設技術研究所 河川本部 (〒103-8430 東京都中央区日本橋本町4-9-11)

²正会員 博(工) 同上(同上)

³正会員 工修 東京大学大学院工学系研究科 助手 (〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1)

A general idea to the risk in the broad meaning has not been included in "Guideline for the economic investigation of flood control planning which has been used to river works evaluation method. The cost benefit analysis in the river works following the guideline have been done. Nevertheless, the river works without general agreements are found here and there. One of the causes is that the big flood damage hardly occurs, therefore people have little understanding on flood disaster. In this paper, risk evaluation method of the flood damage was described, and the method including a concept of risk in the consensus building was proposed.

Key Words: *natural disaster, return period, acceptable risk, risk management limit, risk communication, mediation*

1. はじめに

現行の事業評価手法である「治水経済調査要綱」には、広い意味でのリスクに対する概念が考慮されていない。吉野川第十堰の例に代表されるように、河川事業において費用便益分析にしたがった事業評価がなされているにもかかわらず、住民の合意が得られない河川事業が散見される。この原因のひとつとして、大きな洪水被害が極端に少なくなり国民の洪水に対する認識は低くなってきていることがあげられる。本論文では、洪水被害に対するリスク評価を取り上げ、合意形成過程にリスク概念を含めた手法の提案をおこなった。

2. 既往の洪水災害の分析

過去数十年の洪水災害の統計としては、「水害統計」(国土交通省河川局編集)、「災害統計」(全国防災協会)、「理科年表」(国立天文台編)等が利用できる。それぞれの統計では水害期間の取り方等に違いがみられるが、共通して人的被害(死者・行方不明者・負傷者等)、家屋被害

(全半壊・床上浸水・床下浸水等)、浸水被害(農地・宅地等)のデータが扱われている。図1には、これらのうち浸水被害と家屋被害の経年変化を示した。各年の代表的な災害(複数)による被害(全国合計)をプロットしている。小さいほうの値は年によって災害抽出基準が異なるため比較できないが、大きいほうの値は漸減している傾向がみられ、治水政策の効果と考えることができる。なお、災害統計(「田・畑の流失・埋没」)と理科年表(「耕地流失・埋没・冠水」)は農地の被害面積を表しているのに対し、水害統計(「水害区域面積」)では宅地も含んでいる。

洪水被害の指標には、損害額や死亡者数を使うことが多い。Bowles¹⁾は米・英・豪等のダム安全に関わる機関の対策基準を、年発生確率と人命損害の確率的期待値との関係でまとめている。赤倉・鈴木²⁾は地震災害の尺度として死亡者数を採用しており、その理由として、金銭を尺度とすると人的被害を含めにくいこと、死亡者数は記録に残りやすいことを挙げている。ただし、人的被害は社会情勢によって大きく変動する。特に水害の場合、避難や防災活動などで死亡する割合が高く³⁾、人間の行動という不

確定要因によって死亡者は左右される。また被害額は単価やデフレータなど計算上の誤差要因が大きく、経年的な比較は困難である。そこで、ここでは洪水被害の物理量指標として被害面積、社会的被害の指標として家屋被害棟数をみることにした。

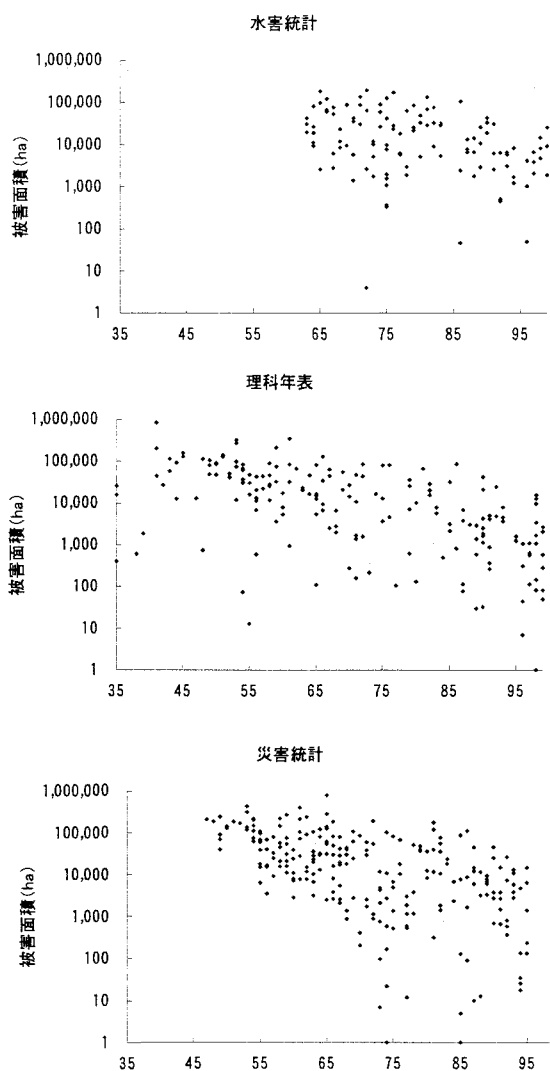


図1 水害被害面積の経年変化

被害面積を再現期間との関係で図化したのが図2である。理科年表で突出している最大値は1941年の台風、災害統計で突出している最大値は1965年の梅雨前線豪雨である。被害家屋数（全壊＋半壊＋床上浸水＋床下浸水）でみても同じような曲線になる。また、災害統計の「罹災者数」（1954年以降）をプロットしたのが図3であり、最大は1958年の台風22号の約65万人であった。

洪水災害の性質は、発生確率と被害規模で表される。Murley⁴⁾は前者をリスク、後者を hazard とし、Rosbjerg and Madsen⁵⁾でも超過確率をリス

クと呼んでいる。一方で Gendreau⁶⁾はリスクを hazard と vulnerability の比較で導き出されるものとし、発生確率と被害金額の積（そして、それを被害金額について積分したもの）で定義している。

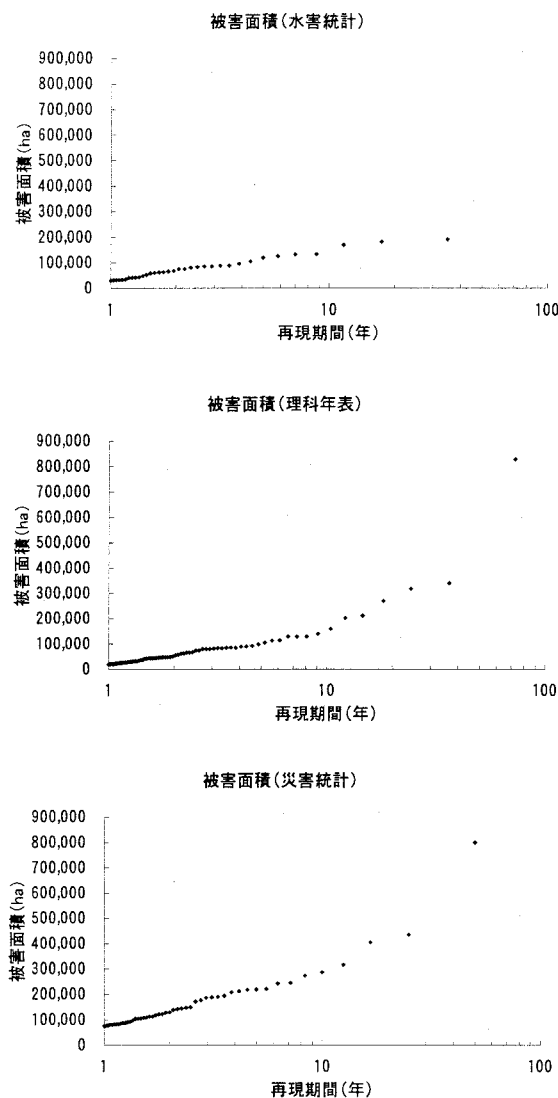


図2 被害面積と再現期間

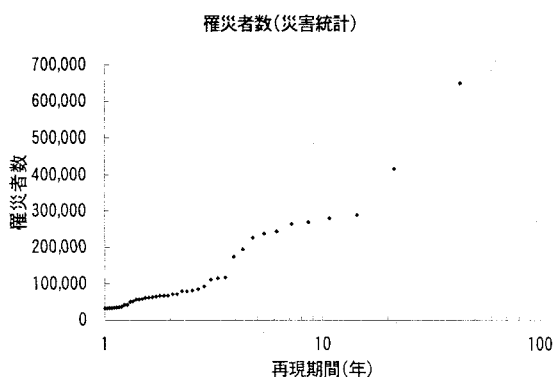


図3 罹災者数と再現期間

本論文では、被害をもたらすような洪水事象をリスクと呼ぶことにする(赤倉・鈴木²⁾は「未来の被害発生の可能性とその規模」と定義している)。発生確率の評価では、手持ちのデータがたかだか数十年分しかないこと、しかもそのデータには自然の不規則性や人間活動のトレンドが影響してしまっていることが、解析精度を高める障害になっている。また、被害規模は多面的な複数の指標で表される(死亡者、避難人数、被害金額など)ため、その「最小化」の意味は明確でない。

自然の不規則性や人間活動のトレンドは発生確率と被害規模を結びつける関係にも影響しており、図1でみた漸減傾向はその一例である。発生確率評価の不安定さと被害規模の多面性から、河川事業の合意形成においては数学的な解析だけでなく後に述べるような交渉や説明の手段を工夫することが不可欠になる。

3. 確率評価による管理限界と許容リスク

現在の河川計画では管理の基準として、確率評価値が用いられている。しかしながら、この発生確率評価の不安定さについて言及されることは稀である。

Rowe and Burnham⁷⁾は、ひとつの確率評価値で管理することの限界を示して、信頼度 50% (Bare estimate, 平均値, 中央値など), 信頼度 90% (Conservative estimate), 信頼度 99% (Worst-case estimate) の3種類でもって確率評価することを提案している。

Dotson and Davis⁸⁾は超過確率-流量関係と流量-水位関係のそれぞれを確率分布で表し、洪水生起確率と水位を信頼度で結びつけた(例えば、ある地点において1%洪水に対し水位 25.5 mは信頼度 90%, という形式)。

Rahman⁹⁾は、河道内の植生が洪水疎通能力に及ぼす影響を確率的に表現し、生起流量と疎通能力の同時確率密度関数を用いて鬼怒川の河道安全性を評価している。

新川¹⁰⁾は植生の影響を繁茂モデルによって解析し、計画高水位の変動幅を算出する手法を提案した。

図1～図3でもわかるように、再現期間が30年を超えるとデータの制約と人間活動のトレンドから予測精度は大きく落ちる。表1のように、人間が一生(80年とした)に確率0.5で出会う洪水は116年洪水、確率0.1で出会うのは760年洪水である。こうした発生頻度の小さい洪水は、既往のデータからは回帰式の外挿で求めることになり精度が悪い。

表1 期間内遭遇確率と洪水規模

		遭遇確率				
		1%	5%	10%	50%	90%
(年) 期間	10	995	195	95	15	5
	30	2,985	585	285	44	14
	80	7,960	1,560	760	116	35
	200	19,900	3,900	1,899	289	87

例)30年間に90%の確率で14年洪水に遭遇する

データの蓄積や数学的手法の発展を待つ間、精度の悪さをカバーするのは適切な合意形成手段の検討であろう。現在、利根川等で使われている200年洪水(生起確率0.005)は、138年間に起きる確率が50%だが10年間に起きる確率も5%ある。80年を基準に考えるなら、Rowe and Burnham⁷⁾のいうBare estimateで116年洪水、Conservative estimateで760年洪水、Worst-case estimateで7,960年洪水を対象にしなければならない。逆にみると、200年洪水はBare estimateで138年間、Conservative estimateで21年間、Worst-case estimateで2年間を設計基準としていることになる。

人生80年を基準とし、Worst-case estimateで7,960年洪水を対象にすべての計画・設計を行うのは社会的な資源配分の効率性に反することになるであろう。仮にこれが許されたとしても、どこかで限度があるはずである。つまり、ひとつの確率評価値でもって、河川整備を実施するのには限界がある。したがって、ある程度の幅をもった柔軟な基準を設けるべきで、いくらかのリスクは許容されなければならない。許容リスクの程度は住民との合意形成を経由して意思決定されるべきである。

許容リスクを考える一つの方法として、死亡者数の統計的期待値を用いることが考えられる。死亡者数そのものは社会的条件や個人の事情により大きく左右されるので、統計的に死亡者数と他被害指標の関係を求め、統計的期待値から防災基準を設定する。戦後の数年間は国土構造すなわち被災構造が特殊な時期であったと考え、「災害統計」で伊勢湾台風の翌年である1960年以降(伊勢湾台風以来死亡者が500人を超える水害はない)の水害を対象に死亡者数との相関を求めると、床下浸水家屋数(相関係数0.77)や床上浸水家屋数(0.72)に弱い関連がみられた。図4に床下浸水家屋数との関係を示す。

この両対数グラフ上での線形回帰によって死亡者数の期待値が1人を下回る家屋数を求めると793棟である。期待値が10人を下回るのは15,315棟、100人は295,729棟である。また、死亡者数が1人以下のケース(46例)の9割は6,000

棟以下に収まっている。過去 20 年間の平均が 77,612 棟（平成 11 年版水害統計による）であることから、1 回の洪水イベントによる床下浸水家屋を 15,000 棟以下に抑えることが現実的な目標、6,000 棟以下に抑えることが将来的な目標と設定することが可能であろう。

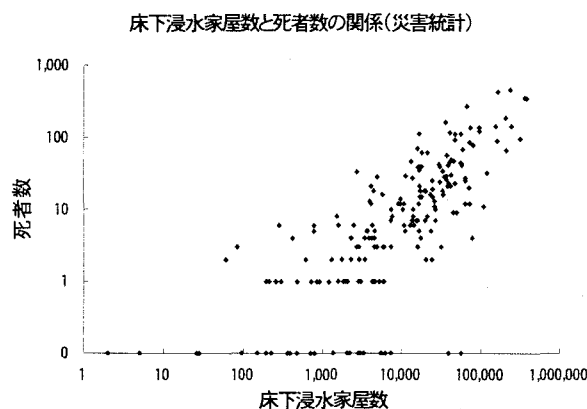


図 4 床下浸水家屋と死者数の関係

4. コミュニケーション手段による合意形成

前節では、洪水に関するリスクや許容度などを客観的かつ合理的に評価する手法を検討した。しかし、たとえそのような適切な評価手法が確立されても、その評価結果を説明するのが行政側＝河川管理者であるため、住民の治水事業に対する不信感が拭えないといった事態も想定される。また、価値観の多様化やコミュニケーション手段の変化により、合意形成は一層難しくなっているのが実状である。

そこで本節では、まず合意形成を行ううえで、重要な要素となる住民参加と開示すべき情報について触れる。さらに、現在の合意形成手法について考察したうえで、上記の課題を解決し、行政と住民が相互の理解を深め、事業の当事者のほぼすべてが納得して治水事業を実施できるような合意形成手法について、諸事例を挙げながら提言する。治水事業反対派の多くは環境問題を指摘するので、この観点をとくに重視する。

(1) 住民参加

従来、一般の治水事業の場合には、住民との接触は用地買収や補償などの交渉が中心であり、意思決定プロセスの中で地域住民が参加することはまれでありそのプロセスも十分に知られていなかった¹¹⁾。

しかし、吉野川第十堰の改築事業における住民運動の高まりに代表されるように、治水事業においても住民との対話を積極的に実施し、その意見を何らかの形で事業に反映させていくこ

とが必要となってきた。住民参加には多くの形態があるが、事業ごとに適切な参加方法を検討する必要がある。

(2) 開示情報

コミュニケーションの円滑化を図るため、事業に関する話し合いに参加している住民に対し、どのような情報を開示すべきかを検討することも重要である。

事業そのものに関する情報を提供するの当然であるが、それに加え、前節まで示したようなリスク概念を導入した情報を公開することにより、住民により深い理解を促すことができると考えられる。

また、リスクファイナンスの観点から見た情報、たとえば民間保険会社等による災害保険料（ハザードマップで危険度の高い地域ほど保険料が高くなるなど）などを住民に対して提供することは、住民リスク概念を喚起させる方法として有効であると思われる。

(3) 合意形成手法

現在、日本においてもさまざまな住民参加手法が提案され、多くの事業で合意形成に利用されている。主なものとしては、意見交換会、住民会議、オープンハウス、ワークショップなどが挙げられる¹²⁾。

ただし、これらの住民参加手法では、交渉や意見交換の対象が事業当事者間（住民間、住民と行政間など）に限られており、このような、当事者のみによる交渉は多くの難問を引き起こす。そのうちとくに、社会心理学で言われるエスカレーション（Escalation）とエントラップメント（Entrapment）が大きな問題であると言われている¹³⁾。

エントラップメントとは、人間が何らかの意見を公に表明すると、合理性の如何を問わずにその意見が正しいという立場に執着してしまうという傾向である。その結果、利害対立が次第に感情的な対立へと変化し、紛争が拡大するエスカレーションが生じてしまう¹⁴⁾。

また、公共事業に関する合意形成の場合、当事者のみの交渉であると、当事者ばかりに都合がよく、交渉に参加していない者や社会的立場の弱い者に不公平な負担を押しつけるような合意へと達してしまう危険が伴う点も留意が必要である。

これらの問題点を解決するものとして、海外ではいくつかの手法が考案され、実際の合意形成に採用されている。主なものとして、メディエーションとインスペクトレートが挙げられる。

a) メディエーション（Mediation）

メディエーションとは、とくに事業との利害関係のない者が第三者として交渉に介入し、事業の合意へと導く手助けをすることを指す。また、利害関係のない第三者はメディエーターと呼ばれる。

メディエーションの主な効果をまとめると以下のようなになる。

- ・ 感情的に対立した当事者間の対話を開始するように促す
- ・ 交渉の参加者を特定する（事業に利害がある関係者を特定し参加させる）
- ・ 訴訟をやめるように説得する（Win-Winとなるように調整する）
- ・ 合意の公正さを確保する（第三者が当事者たちに通告）

アメリカの公共事業においては 1970 年代から利用されはじめ、スノクアルミー・ダムの建設やワシントン州際高速道路 90 号線の建設などに効果を発揮した。利害関係のない第三者が交渉に介入することによって合意形成がスムーズに進むため、現在では、公共事業に関するメディエーションはかなりポピュラーなものとなっている¹⁵⁾。

b) インスペクトレート (Inspectorate)

インスペクトレートとは、第三者による公開審問を実施することで、住民や関係主体間の問題の解決し、事業の合意形成を図ることを指す。また、諸問題に対して裁定業務を行う専門の審問官はインスペクターと呼ばれる。インスペクターは経験豊富なプランナー、サーベイヤー、法律家などから適宜公募によって選ばれる。

イギリスでは、この手法を用いて、環境損失に対する補償（ミティゲーション）が中心課題として取り上げられているケースがある。ダムの推進側主体である国と、審査請求側である農地所有者、環境保護団体、地元自治体との間でミティゲーション策の妥当性が論点になっている。議論はダムの建設により水没する水鳥の餌場の代わりとして新たに整備される干潟が、水鳥の餌場としての条件を本当に満足できるかどうかというものである。

この問題について、インスペクターは、新たな資料集や調査を行ったり、必要な関係者全員が公開審問に参加できるよう調整を行ったりしており、当事者間の調停を行っている。

このケースのような環境補償に関する裁定例はまだ十分に積み上げられていないため裁定は難しく、1997年9月段階ではまだ係争中である。しかし、今後はこういった係争の増加が見込まれるため、研究が進められているところである¹⁶⁾。

アメリカでは州法によって、ミティゲেশ

ン法が成立しているところがあり、金融制度など独特な制度を備えていて、多くの実績がある¹⁷⁾。

(4)我が国での合意形成のための試案

日本においても住民参加に基づいた合意形成手法が確立されてきており、多くの事業採択時に採用されているが、今のところ当事者間のみでの交渉である場合が多く、いずれかの当事者のみが負担を背負うことも少なくない。しかし、今後よりよく事業を進めるためには、すべての当事者が受け入れることができる、すなわち Win-Win となるような合意形成手法を確立することが必要である。そのためには、住民参加や開示する情報の質を高めるとともに、合意形成についても、現在の手法にとどまらず、メディエーションやインスペクトレートなどの独立した第三者機関を活用した手法を積極的に導入していくことが重要である。

我が国の河川事業における合意形成の試案を以下に示す。

1)現在の治水経済調査要綱の確率規模（河川整備計画でいうところの、100年に一度起こる洪水などの表現）による治水事業の進め方は、実際の被害規模やその頻度と乖離する可能性が高い。したがって、このような確率的な「外力」のほかに、本論文で提案したような「被害」に対するリスク、許容リスク、管理限界あるいは、「保険」などの経済要因などその考えられるすべての情報をその流域の実態に即して提示する。

2)特に懸案になるような事業に対しては、第三者機関（経験豊富なコンサルタント、学識経験者、法律家、NPO などから専門性と中立性のある委員を適宜公募）を設置し、この機関によって合意形成を図る。第三者機関の委員への報酬は、対象事業や実施官庁とは独立に財源を確保する。

3)構想・計画段階からの情報公開と住民参加を図る。（欧米先進国では戦略的環境アセスメントが実施段階に入っている。）

5. まとめ

1)許容リスクの程度は住民との合意形成を経由して意思決定されるべきである。許容リスクを考える一つの方法として、死亡者数の統計的期待値を用いることを提案した。

2)管理限界として、1回の洪水イベントによる床下浸水家屋を15,000棟以下に抑えることが現実的な目標、6,000棟以下に抑えることが将来的な目標と設定することを提案した。

3)河川事業の合意形成においては数学的な解

析だけでなく交渉や説明の手段を工夫することが不可欠であることを示し、合意形成の提案を行った。

参考文献

- 1) Bowles, D. S., Anderson, L. R. and Glover, T.F. : Comparison of Hazard and Acceptable Risk Criteria, *Decision Making in Water Resources*, pp.346-366.
- 2) 赤倉康寛, 鈴木基行: 死亡者数を指標とした地震災害に対する許容リスクの設定に関する考察, 土木学会論文集, No.654/I-52, pp.317-334, 2000.
- 3) 栗城稔, 末次忠司, 小林裕明: 洪水による死亡リスクと危機回避—すぐに役立つ実践的危機管理のポイント(避難編)—, 土木研究所資料第 3370 号, 1995.
- 4) Murley, K. A. : Dam safety flood guidelines - Proposals for integration of risk procedures, *Integrated Risk Assessment*, pp.43-50, 1995.
- 5) Rosbjerg, D. and Madsen, H. : Design with uncertain design values, *Hydrology in a Changing Environment*, Volume III, pp.155-163, 1998.
- 6) Gendreau, N. : Protection objectives in flood risk prevention, *Hydrology in a Changing Environment*, Volume III, pp.145-154, 1998.
- 7) Rowe, W.D. and Burnham, M. : Risk Analysis of Levee Closures Using Range/Confidence Estimates, *Decision Making in Water Resources*, pp.367-387.
- 8) Dotson, H. W. and Davis, D. W. : Case study: Risk-based analysis of flood reduction measures, *Defence from Floods and Floodplain Management*, pp.479-485, 1995.
- 9) Rahman, M. M. : Reliability Analysis for the Planning of Flood Control and Environmental Conservation, 東京大学学位論文, 1997.
- 10) 新川健二: 自然の不確定性が水位の出現確率に与える影響を考慮した計画高水位の算定法, 東京大学修士論文, 2000.
- 11) 木下誠也: 治水事業における合意形成, ダム技術 No157, pp31-35, 1999
- 12) カナダ環境庁アセスメント庁編: 住民参加マニュアル—住民参加プログラムの計画と実施—, 石風社
- 13) Susskind et al. (1987), *ibid*, pp89-93
- 14) Rubin, J., Pruitt, D., and Kim, S. (1986), *Social Conflict*
- 15) 松浦正浩: 第三者の補助を用いた公共事業に関する合意形成—米国におけるメディエーション—, 土木計画学研究・講演集 No22(1), pp33-36, 1999
- 16) 谷口守: 合意形成における第三者機関としての英国 Inspectorate を取り巻く課題, 日本不動産学会平成 9 年度秋季全国大会 (学術講演会), pp21-24
- 17) ピーター・クリンジマン: 自然の復元と再生のための河川工学—, 財団法人リバーフロント整備センター, 1998

(2001. 4. 16 受付)