

総合討議 個別の研究を現場にどう結びつけるか？

1. 総合討議を始めるにあたっての前置き

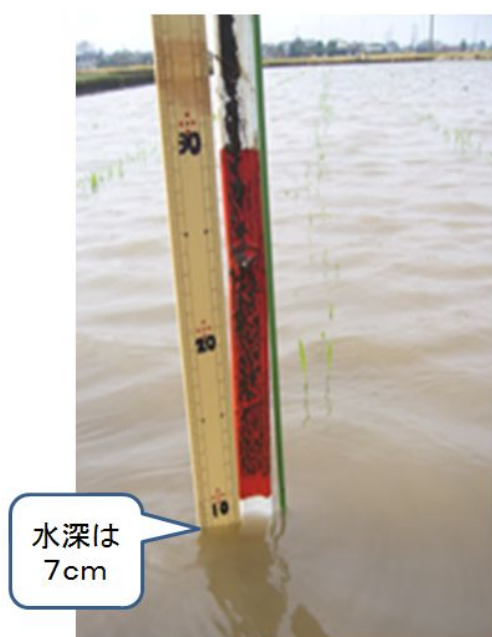
川口 これまで講師陣の全てのお話は終わりました。予定より16分遅れて進行しておりますが、続けて総合討議を行います。ここからがシンポジウムの大切なところ、ようやく皆さんの時間が来たというところです。総合討議といいますと堅苦しくて、問題の焦点を格調高く議論すべき時間だと思ってしまうのですが、最初にも言いましたように緩く自由ということで、進行役が「つぶやき」ながら進めるという感じで考えています。

湿害をテーマとしては、これまで学会の研究集会のようなものはありましたが、湿害に関わる方々が、これほど一堂に会するということがなかったのではないかと思います。せっかくの機会ですから、講師の話の中で幾つかでてきた重要なポイントを中心にしながら、自由に発言し、議論を深めて行ければと思います。

2. 今日の講演を振り返って

田中さんの講演で、九州では木、金（12月2～3日）とおっしゃっていましたが、関東でも先週末の金曜日（12月4日）の未明から朝にかけて、非常に強い44ミリの雨が降りました。その日の朝、茨城県つくばみらい市の谷和原にある私たちの試験圃場に様子を見に行きましたら、なんとびっくり、小麦が植えられている水田で水深7 cm となっていました（図7-1）。右の湛水状態となっている圃場は、実は小麦の播種前に代かき処理が

先週末の一時的な大雨で・・・



- 午前3時から9時まで
44ミリの降雨
- 極端な湛水状況

（図7-1）雨上がりの湿害処理区

してあります。一方、左の写真は、通常の耕起をしています（図7-2）。このように地域



(図7-2) 谷和原圃場の試験区全景（茨城県つくばみらい市の谷和原圃場）

が同じであっても、一筆ごとに土地の違いがあります。また、管理の違いなど、圃場のもともとの状況が異なれば、同じ雨が降ったとしても現場での結果が全く異なることが湿害の難しさのひとつだろうと考えられます。そして、今までは適地適作と言ってきましたが、「水田に畑作物を作付ける」ことが湿害の問題のスタートとなり、それでも何とか農業を頑張っていこうというところでみなさんが努力されているのだらうと思います。

今日、数々の問題が話題提起されました。湿害に関連しては他にも話題があるとは思いますが、一応今日の話の範囲の中で議論し、時間があれば他の話題も取り上げるということだと思います。皆さんの議論を引き出すため、私がもう既に勝手につぶやき始めていますが、小柳さん、皆さんからの意見があれば、私のつぶやきはとめていただいても構いません。会場の皆さんの意見を承るのに、本日の講師のうち2名に登場願っています。小柳さんは麦の代表、島村さんは大豆の代表でマイクを持って皆さんの意見を伺います。

シンポジウムの最初に、うさぎが湿害のハードルを飛び越えたいのですが、ハードルは高く、作物は湿害の被害を受けてしまうという話をしました。それで、講演の第1部では、まず湿害のハードルの話を最初にしていただきました。圃場の土壌の過湿、低酸素、病原菌という要因があり、これら湿害の要因に対応して、現場では排水管理があり、うね立て等の栽培技術があり、日和見菌を含めた病原菌対策があるだらうというお話が続きま

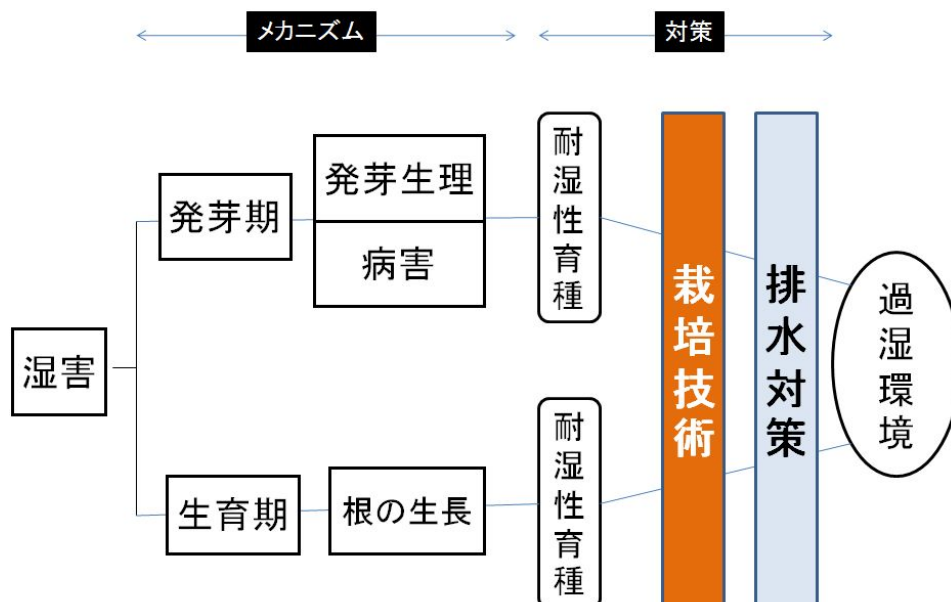
した。次に第2部では、耐湿性のメカニズム解明という基礎研究が進んでいて、耐湿性育種につながるお話があり、ここでは、従来の育種の手法を使うことの他に、従来は考えつかなかった技術、たとえば遺伝子組換え技術の利用も考えられるようになりました。ここに示したスライドの項目は、今日の話のポイントを見ていただければと思っつつくったものです(図7-3)。さらに詳しくいろいろと書き加えたかったのですが、それでは議論が収束してしまいますので書きませんでした。ここから議論を発展していただければと思っています。

作物生産と研究の現場では

技術開発	メカニズム解明	耐湿性育種
・ 排水管理	・ 通気組織	・ トウモロコシ属
・ 栽培技術	・ 湛水・還元耐性	・ ダイズ
・ 病原菌対策	・ 酸素漏出バリア	・ コムギ
		・ ソバ
		・ ナタネ

(図7-3) 今日の話

ここまですら図をまとめれば、過湿環境があつて湿害が起こるという問題があります(図7-4)。これに対して、排水対策、栽培技術というのは非常に一般的に広く効果がある、

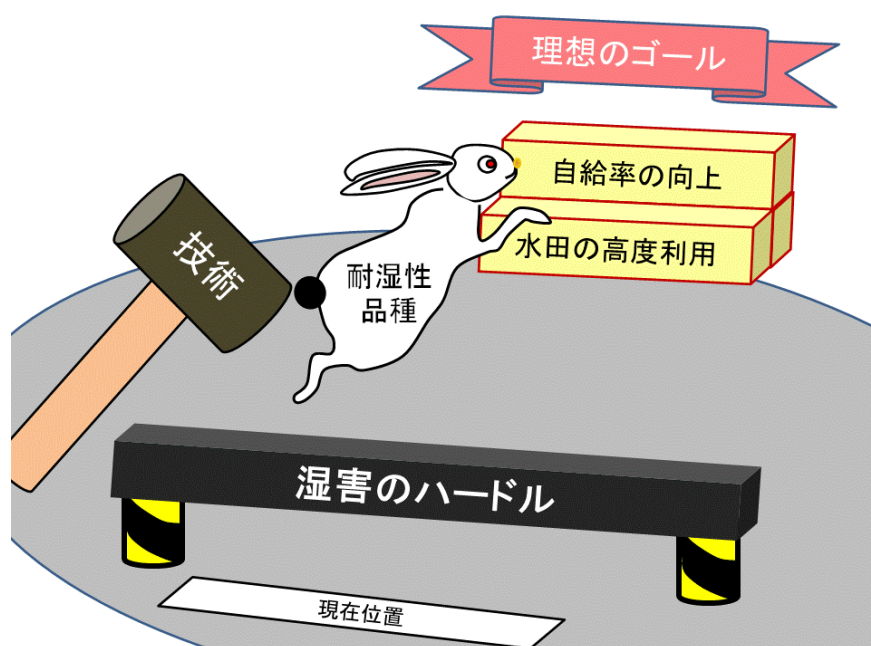


(図7-4) 湿害と対策

「これがまず第一でしょう」と皆さんおっしゃっていて、全くその通りだと思います。そ

の次に耐湿性育種のお話がありました。湿害に強い麦や大豆の品種があれば、本当にいいだろうということです。これにより、根の生長、生育期の湿害や発芽期の湿害も何とか抑えていけるのではないかなという全体のお話だったと思います。

湿害のハードルの絵をここでもう一度説明すれば、ハードルを飛び越えようというときに、適切な対応技術があれば湿害ハードルが下がります。また、メカニズム解明に基づいて耐湿性の強い作物が開発されれば、強いうさぎとなって、ハードルを飛び越えていけるのではないかというのが大きなストーリーなのだろうなというところです（図7-5）。そろそろ、総合討議は、一応ここからスタートしたいと思います。



(図7-5) 湿害のハードルを越える戦略

最初は、講演の始めから振り返りながら進めたいと思っていましたので、現場の話からスタートしようかと思いましたが、講演は中園先生の話で終わっていますので、分子のほうから始めて、最後は現場へ戻っていきたいと考えています。まず、メカニズム解明というところで、「耐湿性の形質はこういうものがあります」という話があったと思うんです。

「研究として進んでいる話としてはこういうものがありますが、例えば他にこんなものもあるのではないか？」とか、「テオシントでは何でうまくいっているのか？」とか、「イネはもう湿地のスーパーマンですが、それは何でスーパーマンなのか？」、あるいは「レンコンはどうなの？」とか、「メカニズムはどうなっているのか？」というような話というのはできますでしょうか、難しいですか？まずはツイッターでいいと思います。

3. 通気組織に着目した品種改良には期待が高い

小田（作物研究所） 私は小麦の育種をしておりますが、お話を聞くと、通気組織を作

ということとは麦類の耐湿性を向上させるにはかなり威力があるのかなという印象を私は個人的には受けました。といいますのは、麦類でも通気組織は誘導的に形成するという話があったわけですから、麦には通気組織を作る潜在能力はあるけれども、その制御機構がイネなどとは違うのだろうと考えられます。このため、もしその制御のキーになるものが分かれば、私は個人的にはもしかしたらGMO（遺伝子組換え生物）、遺伝子組換え技術を使わなくても、従来育種でも通気組織をよく形成するような麦ができるのではないかなと、ちょっと期待を持ちました。通気組織の取組みはかなり芽があるのかなというのが私の印象です。

川口 ありがとうございます。育種の方から言っていただけるととても心強いです。従来育種でも通気組織の改良は可能ではないかというご感想でした。

4. 大豆では発芽時の湿害の問題が残っている

岩永（作物研究所） 後半の部分での研究成果、非常に明るい芽が見えたと思いました。三つのお話とも通気組織に関係することだったと思います。一方で、特に大豆の場合には播種した後にちゃんと腐らずに発芽しなければいけないという、その部分の研究は今後どうなるのか気になりました。発芽して生育した後ですと、通気組織でうまく解決できるのではないかと思います。そこに至る前の段階のハードルが高いという気がしました。

川口 通気組織は生育期の形質だろうと思います。生育期の湿害は小田さんからもお話があったように、何とか解決の糸口はありそうだとすると、次は発芽期の問題をどうするかということかと思えます。発芽期の湿害は田中さんのお話にありましたが、種子が播けないという問題から、播いても発芽しないという問題まであります。対処としては、圃場の排水対策に加え、加藤さんのお話に出た病害防除技術による対策があるかと思えます。発芽期の湿害への対応についてどなたかご示唆いただけるようなお話があるでしょうか。

田中 大豆の出芽不良について、試験場で試しに行った実験では、品種間差がありそうでした。大豆をシャーレの中に入れて水に浸してみると発芽しやすいものと発芽しにくいものがあります。昔から、例えば黒大豆は湿害の抵抗性がありそうだとされており、種皮の構造が違っているようです。私は育種に関しては詳しくないので、どなたか大豆の育種やメカニズムに詳しい方はぜひ教えていただきたいと思えます。

川口 大豆の育種、あるいはそういうメカニズムに詳しい方、島村さんお願いします。

島村 かつて、長野県の中信農業試験場での研究があり、今も続けておられると思いますが、山田さんに説明をしていただけるとありがたいのです。

山田（作物研究所） 私は前の職場で発芽期の耐湿性の育種をやっておまして、今は担当していませんが、確かに難しい課題だったと思っています。田中さんがおっしゃったように黒豆が強いというのは確かです。特にペキンという飼料用の黒豆の小粒の品種が強いということはかなり前からわかっていまして、4日間くらい冠水状態に置いてから発芽試験をしてもほぼ100%発芽するというものです。そのような品種などを利用して普通

の黄大豆に冠水抵抗性を導入する試みをしましたが、まだペキンのレベルまで強いものはできていないという状況です。冠水抵抗性の仕組みとしては、吸水が緩やかに起きることにより子葉の崩壊が防げるということがはっきりしています。他にも、加藤さんもおっしゃっていた病害の抵抗性や黒大豆の場合はラジカル消去能について、京都大学で研究されているようです。黄大豆ですと黒豆特有の抵抗性は導入できませんが、いろいろな要素があるようですので、できる範囲で抵抗性を入れるということを長野県の試験場で進めているところです。

育種以外では、出芽期に関しては栽培的な対応の研究が進んでいまして、播種方法などで、被害を防ぐ方法もありますし、あらかじめ種子水分を上げておいてダメージを防ぐという方法もあります。当面はそういった栽培の技術で対応がされると思いますが、育種でも少しずつやっているという状況です。

川口 ありがとうございます。発芽期の耐湿性の形質というのは、発芽というシンプルに見えるようなステップでも種皮の構造とか、あるいは生理的な問題とか多くの要素があって難しいけれども試みているということですね。

5. 研究を現場に結びつけるには？ その1：研究をやめないで続けていくこと

中野（農研機構本部） ディスカッションのテーマとして個別の研究を現場にどう結びつけるかという問題提起がありますが、そろそろ時間もなくなってきたので、どなたか教えていただきたいのですが、この問題を解決していくためには、どのような研究システムが必要なのか、何かプロジェクト的なものが必要なのか、それともいろいろ挙げていただいたものの中でどこか強化して、ここはブレイクしなければいけないのかという、そういう何かちょっと展望みたいなのを少しどなたか、所長がよろしいのかもしれないけれど、少しコメントをいただくとありがたいと思います。

川口 組織論というか体制論という部分のお話かと思いますが、それはもうちょっと後に話をできたらなとは思っていましたが、話題をいただいたので議論しましょう。今ちょっと考えていたのは、単純に組織があればいいとか、予算があればいいというような話にはしたくないなと思って聞いていましたが、皆さんから何かございますか。

小柳 間野さんがおっしゃっていたように昔、武田先生がされた仕事を今もう一回やり直しているということに間違いはありません。湿害や耐湿性の研究というのは、ある時期、一生懸命やる方が何人かおられるのですが、それで終わってしまいます。そしてしばらく、10年か20年ぐらい間があいてから、また、もう一回、研究が活性化して、そしてまた消えるということの繰り返しでした。それはどうしてかという、この分野では実験してもなかなか再現性のあるデータが取れないために論文が書けません。このため、だんだん研究のモチベーションが下がり、続けていけなくなってしまう。日本は、昔、湿潤な地域にある先進国として、耐湿性の研究で世界をリードしていましたのに、今はそれほどでもありません。今お願いしたいことは、短期的な研究プロジェクトなどではなく、息長く、この

研究を続けていけるような環境を整えていただきたいと思います。

岩永（作物研究所） 私は、耐湿性ということのを別の点で考えております。今日は日本の現場の話でしたが、世界という観点から見てみますと、耐湿性は今、世界で一番必要な、あるいは注目されつつある形質だと思います。世界的に見て一番伸びている作物、これはトウモロコシです。どこで伸びているかという、これはアジア地域です。どういう作物体系の中でトウモロコシが伸びているかという、やはり日本と同じような水田との関係で伸びています。間野さんの研究の始まりとなったテオシントの種子がC I M M Y Tから来たというのも、多分、そういうところと関係があるかと思います。今日のシンポジウムは日本を対象にしていますが、実際的には我々が直面している問題は、ある意味で世界の今後の農業を左右するくらい大きな課題ではないかと思います。そういう意味では一時期、研究成果を眠らせてしまったというのは本当にもったいなかったなという気がします。作物の生産の中で今よく言われているのは乾燥ストレス、水の少ない問題です。しかし、世界の人口の半分を支えているアジアモンスーン地帯での農業体系という観点では、耐湿性が一番大切な形質ではないかと思います。そういう面では、研究者だからというわけではありませんが、この分野に対する研究投資は十分になされていくべきだと思います。この研究の成果の出口は、まず日本ですが、それだけにとどまらずに他の同じような問題を抱えるアジアモンスーン地帯にも共通する成果となるのではないかなと思います。

6. 研究を現場に結びつけるには？ その2：作物生産現場の現実

川口 たくさん話題があつて尽きませんが、例えば技術の普及という部分では各地域で活躍されている方々も研究を普及していくというときになかなか大変だというご苦労があると思います。そういう研究成果を現場につなげていくときのご苦労や失敗談とか成功談というものもあるのかもしれませんが。そういった観点では、ご意見ございませんでしょうか。

Q: 私は以前、試験場で水稻の品種育成をしていましたが、現在は現場におります。その中で皆さんにお願いしたいことがあります。新しい技術には新しい機械がかかわってコストがかかります。農家としては再生産できなければ導入はできません。今日の発表でも、「高価な機械は、なかなか入りません」というお話がありました。このような点も考慮して新しい技術を考えていただきたいと思います。また、農業センサスからすると日本の人口の20人に1人しか農業生産をしていないという現実があります。それもほとんどが50代、60代、70代の方が背負っています。ここには研究者の方が多いと思いますが、できるだけ早く技術や新品種をつくっていただかないと現場で生産する人がいなくなってしまう。最初のご挨拶で自給率向上というお話もありましたが、作る人がいなければ自給率も何もないという状況が目の前に迫っていることを皆さんに知っていただきたく、また、お願いしたいと思います。

川口 ありがとうございます。そういう現状で農家の方、農業の関係者は一生懸命頑張っているところですが、再認識して研究を進めたいと思います。

7. 研究を現場に結びつけるには？ その3：農業技術を形にする取り組み

Q: 私も要望という形になるかもしれません。今回のシンポジウムは作物研究所の主催です。遺传的、生理的な内容になったと思います。岩永所長からもありましたように、通気組織については、出芽後の生育期の湿害に関わる話だと思います。

ただ、生産現場の湿害で一番問題になっている出芽不良の原因は、排水対策が不十分だということです。これは、今までずっと考えられてきたわけですが、水田の高度利用のために畑作物を作るというところに戻った場合に、排水を左右する耕盤についての論議が進まないまま来ていると思っております。25年ほど前に当時の農業土木試験場では、暗渠などの密度を上げて耕盤の破砕部分を増やしたら圃場の状態が改善され、作物の生育も回復したという研究報告はいくつもあります。しかし、その研究を受けて耕盤管理を最終的にどのようにするかに関しては置き去りのまま25年過ぎているのです。単発的に各分野、専門の分野の方たちがシンポジウムをただけでは、望む結果につながっていかないのではと思います。東大の先生でいらっしゃる川田（信一郎）先生のお話になりますが、圃場環境、作物育種、そして栽培技術、その三者の技術が伴った形で発展していかないと農業技術全体のポテンシャルは上がらないというお話があったと思います。今後はそのような部分を重視したシンポジウムも考えていただければと思います。

川口 貴重なご意見をありがとうございます。最初に作物研究所だからというところでご理解をいただきつつも、アドバイスをいただきありがとうございます。

小柳 今のお話の中にあつた耕盤管理の問題ですが、どうしてもイネのを中心と考えますと耕盤を壊したくない。そうすると麦、大豆を転作で作るときに排水が難しいという問題が出てきます。さらに、今は他の方から農地を借りて麦、大豆を転作で作るという形態も多くなっている。そういう時、借地を持ち主に返すことを考えると耕盤を壊したくない、壊せないという状況もあると思います。一方では農業機械が大きくなって土の締めつけは強くなってきている。こういうことですので、やはりイネを中心にするのだという考え方をなるべく早く変えて、畑作物もイネと一緒に作っていくという考えが必要だと思います。そのためには、今は水がそんなに不足することがないとすれば、稲にとっても耕盤はそんなに硬くつくらなくてもいいかもしれないという、先ほど在原さんのおっしゃったことをさらに調べていかななくてはいけないのではないかなと思います。

一方で、水田の土の中の有機物は少なくなっているように思います。このため、土壌は昔に比べて還元状態になりにくいと思います。転換畑で還元臭がするような水田は少なくなってきたと思います。このため、昔の湿害は還元耐性が非常に重要だったのですが、今の湿害はむしろ水自体による問題、発芽不良や根の呼吸不良が深刻だと私は思っています。これについては、例えば間野さんは違う意見を持っているだろうと思いますし、今日、お話をした人たちの中でも、また会場の皆さんの中にも食い違っている話がたくさんあると思います。そういう違いがあるということを利用して、これから長く湿害や耐湿性の研

究を続けていくということが大事なのではないかなと思います。

川口 私が、現場の話も分けようとしたのが間違いで、皆さんのほうが非常にうまく話を進めていただいているので感謝しております。

8. 研究を現場に結びつけるには？ その4：新しい技術を使っての取り組み

川口 もうちょっと話をしていきたいのですが、このシンポジウムの企画が作物研究所だからということで申しわけありませんが、メカニズム研究から品種開発をしていきたいという立場があります。従来の育種の方法では、これまでは耐湿性に関する形質の評価が難しかったのですが、テオシントのような新規の材料の登場や、あるいは耐湿性の評価方法を改善することで、従来の育種でも耐湿性品種開発ができるかもしれないという話で議論の盛り上がりが見込めるかなと思います。また、もう一つは遺伝子組換えです。従来なかった方法ということで、一時期、遺伝子組換え技術を使えば何でもできるというような話もあったのですが、話は楽だが実際に行うのは大変ということだと思います。遺伝子組換えを実際におやりになっている安倍さん、いかがでしょうか？

安倍（作物研究所） 小麦の遺伝子組換え技術を使って、間野さんや中園先生と一緒に、通気組織が形成されやすい小麦を作ろうということで取り組んでおります。私の関係するような研究が、いつどのように耐湿性に結びつくかという期限付きの到達目標というところでは、なかなか先が見えないと思っていますが、少しずつでも耐湿性に関わる遺伝子を見つけ、遺伝的な謎を一つ一つ解きほぐして解明して、その先につなげていきたいと思っています。結局、技術を実際を使ってやらなければ、目標に向かって先へは進まないのだから、遺伝子組換えもうまく活用して湿害の問題の解決にどれだけ寄与できるかということを考えて取り組んでいます。

川口 ありがとうございます。今、遺伝子組換え技術という新しい手法があるということとは、昔は夢であった目標に向かって、現実に進んでいけるのだと思います。今、初めての試みとして間野さんと中園さんから紹介ありましたように、テオシントの遺伝子を小麦に入れたらどうなるかという試みをしています。これにより、一つの成功例ができれば、レンコンを次にやってみようというところにつながるのだと思います。ところが、残念ながら、まだまだ遺伝子組換え作物にはユーザーがいないのが現状です。

今日の島村さんの講演の質疑の中で、湛水状態で大豆を作ったら良いのではないかなという話のときに、「収穫はどうするのか？」というお話が出ていました。この話は非常に重要な点を示していると思っています。つまり現場でやる人から技術や発想に対して注文がつかないと、基礎研究を行う側も方向性がつかめないのだと思います。今、遺伝子組換えの問題のひとつは、そのユーザーが日本にはほとんどいないということです。できればそのような注文をつけていただけるような研究や意見交換の場のつくり方を考えなければと思っています。

進行役として勝手なことを言いましたが、時間的にはそろそろ15分ちょっとオーバーを

していて、延長するのはこれが限界です。最後に終わりの挨拶を勝田研究管理監にお願いいたします。